

meteor

csillagászati
évkönyv

2018

meteor

2018 Észlelőtábor

Tarján, 2018. augusztus 9–12.

30 éves jubileumi tábor!

www.mcse.hu

Magyar Csillagászati Egyesület

Fotó: Sztankó Gerda, Tarján, 2012



METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2018

meteor **csillagászati évkönyv** **2018**

Szerkesztette:
Benkő József
Mizser Attila

Magyar Csillagászati Egyesület
www.mcse.hu
Budapest, 2017

Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:

Bagó Balázs
Görgei Zoltán
Kaposvári Zoltán
Kiss Áron Keve
Kovács József
Molnár Péter
Sánta Gábor
Sárnecky Krisztián
Szabadi Péter
Szabó M. Gyula
Szabó Sándor
Szöllősi Attila

A kalendárium csillagtérképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

www.ursaminor.hu

Szakmailag ellenőrizte:

Szabados László



A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

További támogatóink mindazok, akik az SZJA 1%-ával támogatják
a Magyar Csillagászati Egyesületet.

Adószámunk: 19009162-2-43

Felelős kiadó: Mizser Attila

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, www.karman.hu

Nyomtatás, kötészet: OOK-Press Kft., www.ookpress.hu

Felelős vezető: Szathmáry Attila

Terjedelem: 20 ív fekete-fehér + 8 oldal színes melléklet

2017. december

ISSN 0866-2851

Tartalom

| | |
|---|-----|
| Bevezető | 7 |
| Kalendárium | 13 |
| Cikkek | |
| Petrovay Kristóf: A jégkorszakok csillagászati okai | 207 |
| Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés | 222 |
| Nagy Andrea: Az SN 1987A harminc éve, avagy a jó, rossz és csúf szupernóva | 235 |
| Paragi Zsolt: Gyors rádiótranziensek | 248 |
| Dálya Gergely, Bécsy Bence: A gravitációs asztrofizika megszületése | 261 |
| Beszámolók | |
| Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület 2016. évi tevékenysége | 279 |
| Szabó Róbert, Kiss László: Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének tevékenysége 2016-ban | 286 |
| Petrovay Kristóf: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2016-ban | 299 |
| Szabó M. Gyula: Az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium Multidiszciplináris Kutatóközpont 2016. évi tevékenysége | 307 |
| Szatmáry Károly, Hegedüs Tibor: Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2016-ban | 312 |
| Színes képmelléklet | 192 |

A címlapon

A Nagy-Magellán-felhő Éder Iván felvételén. A fotó 2010. május 11-én készült Namíbiából, Canon EF 2,8/200 mm-es teleobjektívvel és átalakított Canon EOS 5D MKII fényképezőgéppel, 30×2,5 perc expozíciós idővel, ISO 1600 érzékenység mellett.

A hátsó fedélen

Gothard Jenő születésének 160. évfordulója tiszteletére 2017. május 25-én ismét elindult a Foucault-inga a Sárlos Boldogasszony Székesegyházban, hogy a Föld forgását újfent demonstrálva idézze meg a szombathelyiek számára városuk nagy szülöttének szellemét (Kovács József felvétele).

Bevezető

Átalakuló világunk jelenségei nem kímélik évkönyvünket sem. A hazai könyvterjesztés viszonyai (óriási árreak, késedelmes fizetés stb.) közepette már régen megszűnt volna kiadványunk, ha nincs mögötte a Magyar Csillagászati Egyesület népes tagsága és mindazok, akik támogatásra méltónak találják az egyesület célkitűzéseit. Legalább ekkora dicséret illeti szerzőinket és a kötet szerkesztésében részt vevő hivatásos csillagászokat, valamint a téma iránt elkötelezett amatőröket, akik ingyenesen, egyszerűsítettől, színvonalasan végzik munkájukat – mint oly sokan a Magyar Csillagászati Egyesületben. Mindezek eredményeként ismét terjedelmes kötettel jelentkezünk, melyben a csillagászat legújabb eredményei és a hazai csillagászati intézmények beszámolóit mellett a 2018-ban megfigyelhető égi jelenségek és érdekesebb látnivalók gazdag kínálatát találja a Kedves Olvasó.

2018-as kötetünkben öt különböző témát tekintenek át szerzőink. A jégkorszakok csillagászati okairól Petrovay Kristóf írt összefoglalót, az APOGEE égboltfelmérést pedig Mészáros Szabolcs ismerteti. A három évtizeddel ezelőtt felrobbant SN 1987A szupernóváról, az elmúlt évtizedek kutatási eredményeiről Nagy Andrea emlékezik meg. (A Nagy-Magellán-felhőt bemutató címlapképünk is ehhez kapcsolódik.) A gyors rádiótranzieneket Paragi Zsolt tekinti át, míg az utóbbi időszak legjelentősebb eredményéről, a gravitációs hullámok felfedezéséről legfiatalabb szerzőink, Bécsy Bence és Dálya Gergely írtak cikket.

A 2018-as év nevezetes csillagászati és űrkutatási évfordulóiról a Kalendáriumban emlékezünk meg.

Kötetünket hagyományosan intézményi beszámolók zárják.

Egy csillagászati évkönyv egyik fontos szerepe az adott évre vonatkozó csillagászati alapadatok, valamint az érdekes, látványos, ritka – és természetesen a kötet lezárásáig előre jelezhető – égi jelenségek pontos közlése mindazok számára, akiket érdekelnek a csillagok ég jelenségei.

Továbbra is valljuk, hogy a számítástechnika és az internet mai elterjedtsége mellett, amikor egyre többen használnak különféle planetáriumprogramokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, és ezzel akár személyre szóló „évkönyvet” is készíthetnek saját használatra, egy hagyományos, nyomtatott évkönyvnek gyökeresen más szerepet kell kapnia. Olvasóink figyelmébe ajánljuk a Magyar Csillagászati Egyesület Meteor c. lapját, amely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzést Jelenségnaptárában, olyanokról is, amelyek jellegüknél fogva nem szerepelhetnek évkönyvünkben. Ugyancsak számos érdekes észlelési ajánlat található az MCSE honlapján (www.mcse.hu) és hírportálján (www.csillagaszat.hu). Az égbolt megismerését, a távcsöves megfigyelőmunkát különféle szoftverek is segítik, amelyek közül hármat ajánlunk: az Ursa Minort (www.ursaminor.hu), a Stellariumot (www.stellarium.org) és a Guide 8.0-t.

A 2018-as Csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkal hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel szeretnénk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghoz, céltudatosan irányítva rá figyelmüket egy-egy égi eseményre. Mindazok, akik kedvet kapnak a megfigyelések végzéséhez és beküldéséhez, a Meteor rovatvezetőinél kaphatnak további tájékoztatást (elérhetőségük megtalálható a kiadvány honlapján: meteor.mcse.hu). Az észlelések online feltöltését teszi lehetővé az *eszlelesek.mcse.hu* található oldalunk.

A havi előrejelzéseket évfordulós csillagásztörténeti érdekességek is színesítik.

A **Kalendárium** hagyományos naptár része minden hónapban két oldalnyi táblázattal kezdődik. Ezekben minden időadat Közép-Európai Időben (KÖZEI) szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ($\lambda = 15^\circ$) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a $\lambda = 19^\circ$ földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent Ladó-Bíró: *Magyar utónévkönyv* című munka. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A nyári időszámítás kezdetét és végét egyaránt jelezzük a táblázat alján.

A kalendárium használatát megkönnyíti a lapszálon található hónapsorszám.

Az **eseménynaptárban** az időpontokat világidőben (Universal Time, UT) adtuk meg.

A négy fő holdfázis időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak, megadtuk a csillagkép nevét is, ahol a Hold tartózkodik az adott időpontban.

A Föld napközel- és naptávol-időpontjai (perihélium és aphélium) perc pontosságúak, geocentrikusak, valamint fel van tüntetve a Föld távolsága is a Naptól CSE-ben.

A nap-éj egyenlőségek és napfordulók időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak.

A Hold librációinak időpontjai perc pontosságúak, geocentrikusak. Egy lunáción belül hat időpont van megadva, a legnagyobb északi, déli, keleti és nyugati érték időpontja, valamint a legkisebb és legnagyobb eredő libráció (század fok pontossággal).

Korai/késői holdsarlók. A 48 óránál fiatalabb, illetve idősebb holdsarlók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva, -6 fokos napmagasságra. Az előre jelzett jelenségeknél megadtuk a holdsarló korát, valamint a horizont feletti magasságát is.

Bolygók dichotómiája. A Merkúr és a Vénusz bolygó 50%-os fázisának időpontjait is tartalmazza a jelenségnaptár perc pontossággal, a Föld középpontjából nézve.

A Hold földközel- és földtávol-időpontjai perc pontosságúak, valamint meg vannak adva a Hold távolságadatai a Föld középpontjától és a Hold látszó átmérője is tized ívmásodperc pontossággal.

Az eseménynaptár perc pontossággal tartalmazza azokat az időpontokat is, amikor a Hold eléri legkisebb/legnagyobb deklinációs értékét.

A belső bolygók elongációinak és oppozícióinak időpontjai geocentrikusak és perc pontosságúak, az eseménynaptár tartalmazza az elongációk mértékét, a bolygók fényességét, átmérőjét és a fázisait ezekben az idő-

pontokban. A Merkúr és a Vénusz alsó, illetve a felső együttállását a Napkal perc pontossággal adtuk meg. A külső bolygóknál az időpontok szintén perc pontosságúak, járulékos adatként a bolygók látszó átmérőit, fényességüket, továbbá azt a csillagképet is megadtuk, ahol épp tartózkodnak.

A 2018-as évben három napfogyatkozás következik be, melyek hazánkból nem figyelhetők meg. Mindegyik jelenség adatai szerepelnek a Kalendáriumban.

2018-ban két teljes holdfogyatkozás következik be, melyek közül a július 27-i esemény teljes egészében megfigyelhető hazánkból. A másodperc pontosságú időpontok geocentrikus kezdő és befejező kontaktus-időpontok. A július 27-i teljes holdfogyatkozás minden bizonnyal fokozott médiafigyelmet fog kapni, mivel a jelenség idején a Hold a Mars közelében lesz észlelhető.

A Hold látványosabb csillagfedéseit másodperc pontossággal adjuk meg, továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a holdfázis és a súroló fedés helye több magyarországi településre számítva. Az év érdekes okkultációs eseménye lesz a február 23-i Aldebaran-fedés.

A Jupiter-holdak jelenségei közül azokat az eseményeket szerepeltetjük a felsorolásban, amikor egy éjszaka során két holdjelenség is bekövetkezik, valamint amikor a Jupiter korongján két hold árnyéka látszik.

A Jupiter-holdaknál közölthöz hasonlóan mutatjuk be a legfényesebb Szaturnusz-holdak láthatósági ábráját.

A bolygók kölcsönös megközelítései közül azok kerültek be, amelyeknél 2,5 foknál kisebb a távolság az égitestek között, és a jelenség legalább egy része sötét égbolton megfigyelhető.

A Hold csillag- és bolygómegközelítései közül azokat az eseményeket szerepeltetjük, amelyeknél Budapestről nézve a Hold 5 foknál közelebb kerül egy bolygóhoz, illetve 1 fokon belül egy fényes csillaghoz. Ha nem éjszakai időszakra esik a megközelítés, akkor külön megadjuk a legkisebb szögtávolságot és annak időpontját.

A bolygók csillagfedései, illetve csillag-megközelítései közül az olyan események szerepelnek, amelyeknél Budapestről nézve egy bolygó egy szabad szemmel látható csillagtól 30'-en belül halad el, illetve egy 11,5 magnitúdónál fényesebb csillagot 60"-nél jobban megközelít.

Minden bizonnyal a Mars 2018-as nagy oppozíciója lesz az az égi esemény, amely a legnagyobb közfigyelmet kapja, és nem csupán azért, mert július-augusztus folyamán a vörös bolyó igen feltűnő égitestként ragyog égboltunkon, hanem a bolygó kutatásával kapcsolatos eredmények és a „meghódításával” kapcsolatos elképzelések miatt is.

Csillagászati évkönyvünk kereskedelmi forgalomban is kapható, azonban minden olvasónknak ajánljuk, hogy közvetlenül a Magyar Csillagászati Egyesülettől szerezzék be (személyesen az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban is megvásárolható). A legjobb megoldás azonban az, ha maguk is az MCSE tagjaivá válnak, ugyanis ez esetben tagilletményként egészen biztosan hozzájuthatnak kiadványunkhoz. Az egyesületi tagsággal kapcsolatos információk megtalálhatók egyesületi honlapunkon (*www.mcse.hu*).

KALENDÁRIUM

$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – január**

KÖZEI

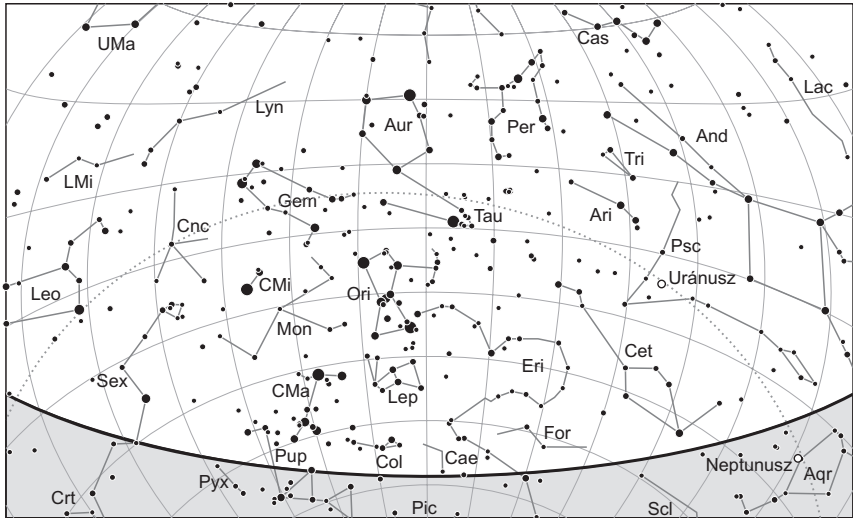
| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis |
|------------|------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|---------|
| | kel | delel | nyugszik | h_d | E_t | kel | delel | nyugszik | |
| | h m | h m | h m | ° | m | h m | h m | h m | h m |
| 1. hét | | | | | | | | | |
| 1. h 1. | 7 31 | 11 47 | 16 03 | 19,6 | -3,3 | 15 44 | 23 37 | 6 24 | |
| 2. k 2. | 7 31 | 11 48 | 16 04 | 19,6 | -3,8 | 16 49 | – | 7 30 | ○ 3 24 |
| 3. sz 3. | 7 31 | 11 48 | 16 05 | 19,7 | -4,3 | 18 01 | 0 40 | 8 26 | |
| 4. cs 4. | 7 31 | 11 49 | 16 06 | 19,9 | -4,7 | 19 16 | 1 42 | 9 13 | |
| 5. p 5. | 7 31 | 11 49 | 16 08 | 20,0 | -5,2 | 20 31 | 2 40 | 9 52 | |
| 6. sz 6. | 7 31 | 11 49 | 16 09 | 20,1 | -5,6 | 21 44 | 3 34 | 10 24 | |
| 7. v 7. | 7 30 | 11 50 | 16 10 | 20,2 | -6,0 | 22 53 | 4 24 | 10 53 | |
| 2. hét | | | | | | | | | |
| 8. h 8. | 7 30 | 11 50 | 16 11 | 20,3 | -6,5 | – | 5 12 | 11 20 | ● 23 25 |
| 9. k 9. | 7 30 | 11 51 | 16 12 | 20,5 | -6,9 | 0 01 | 5 58 | 11 45 | |
| 10. sz 10. | 7 29 | 11 51 | 16 13 | 20,6 | -7,3 | 1 05 | 6 43 | 12 12 | |
| 11. cs 11. | 7 29 | 11 52 | 16 15 | 20,8 | -7,7 | 2 08 | 7 28 | 12 39 | |
| 12. p 12. | 7 28 | 11 52 | 16 16 | 20,9 | -8,1 | 3 10 | 8 13 | 13 10 | |
| 13. sz 13. | 7 28 | 11 52 | 16 17 | 21,1 | -8,5 | 4 09 | 8 59 | 13 44 | |
| 14. v 14. | 7 27 | 11 53 | 16 19 | 21,3 | -8,9 | 5 06 | 9 46 | 14 24 | |
| 3. hét | | | | | | | | | |
| 15. h 15. | 7 27 | 11 53 | 16 20 | 21,4 | -9,2 | 5 58 | 10 34 | 15 08 | |
| 16. k 16. | 7 26 | 11 53 | 16 21 | 21,6 | -9,6 | 6 46 | 11 22 | 15 58 | |
| 17. sz 17. | 7 25 | 11 54 | 16 23 | 21,8 | -9,9 | 7 29 | 12 09 | 16 53 | ● 3 17 |
| 18. cs 18. | 7 24 | 11 54 | 16 24 | 22,0 | -10,2 | 8 06 | 12 56 | 17 52 | |
| 19. p 19. | 7 24 | 11 54 | 16 26 | 22,2 | -10,6 | 8 39 | 13 43 | 18 53 | |
| 20. sz 20. | 7 23 | 11 55 | 16 27 | 22,5 | -10,9 | 9 09 | 14 28 | 19 56 | |
| 21. v 21. | 7 22 | 11 55 | 16 28 | 22,7 | -11,2 | 9 36 | 15 14 | 21 01 | |
| 4. hét | | | | | | | | | |
| 22. h 22. | 7 21 | 11 55 | 16 30 | 22,9 | -11,4 | 10 01 | 15 59 | 22 06 | |
| 23. k 23. | 7 20 | 11 55 | 16 31 | 23,1 | -11,7 | 10 27 | 16 45 | 23 14 | |
| 24. sz 24. | 7 19 | 11 56 | 16 33 | 23,4 | -12,0 | 10 54 | 17 33 | – | ● 23 20 |
| 25. cs 25. | 7 18 | 11 56 | 16 34 | 23,6 | -12,2 | 11 23 | 18 23 | 0 23 | |
| 26. p 26. | 7 17 | 11 56 | 16 36 | 23,9 | -12,4 | 11 57 | 19 17 | 1 34 | |
| 27. sz 27. | 7 16 | 11 56 | 16 37 | 24,1 | -12,6 | 12 37 | 20 14 | 2 47 | |
| 28. v 28. | 7 15 | 11 57 | 16 39 | 24,4 | -12,8 | 13 26 | 21 15 | 3 59 | |
| 5. hét | | | | | | | | | |
| 29. h 29. | 7 14 | 11 57 | 16 41 | 24,7 | -13,0 | 14 25 | 22 17 | 5 07 | |
| 30. k 30. | 7 12 | 11 57 | 16 42 | 24,9 | -13,2 | 15 32 | 23 20 | 6 08 | |
| 31. sz 31. | 7 11 | 11 57 | 16 44 | 25,2 | -13,4 | 16 46 | – | 7 00 | ○ 14 27 |

január

1

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|---------------------------------------|---|---|
| 1. | 2 458 120 | 6 42 24 | Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos |
| 2. | 2 458 121 | 6 46 20 | Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia |
| 3. | 2 458 122 | 6 50 17 | Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina |
| 4. | 2 458 123 | 6 54 13 | Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella |
| 5. | 2 458 124 | 6 58 10 | Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár |
| 6. | 2 458 125 | 7 02 07 | Boldizsár, Gáspár, Menyhért |
| 7. | 2 458 126 | 7 06 03 | Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin |
| 8. | 2 458 127 | 7 10 00 | Gyöngyvér, Virág |
| 9. | 2 458 128 | 7 13 56 | Marcell |
| 10. | 2 458 129 | 7 17 53 | Melánia, Vilma, Vilmos |
| 11. | 2 458 130 | 7 21 49 | Ágota, Agáta |
| 12. | 2 458 131 | 7 25 46 | Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika |
| 13. | 2 458 132 | 7 29 42 | Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera |
| 14. | 2 458 133 | 7 33 39 | Bódog |
| 15. | 2 458 134 | 7 37 36 | Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor |
| 16. | 2 458 135 | 7 41 32 | Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia |
| 17. | 2 458 136 | 7 45 29 | Antal, Antónia, Leonetta, Roxána |
| 18. | 2 458 137 | 7 49 25 | Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál |
| 19. | 2 458 138 | 7 53 22 | Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika |
| 20. | 2 458 139 | 7 57 18 | Fábián, Sebestyén, Szabasztján, Tímea |
| 21. | 2 458 140 | 8 01 15 | Ágnes |
| 22. | 2 458 141 | 8 05 11 | Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián |
| 23. | 2 458 142 | 8 09 08 | Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária |
| 24. | 2 458 143 | 8 13 04 | Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia |
| 25. | 2 458 144 | 8 17 01 | Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter |
| 26. | 2 458 145 | 8 20 58 | Vanda, Paula, Titanilla |
| 27. | 2 458 146 | 8 24 54 | Angelika, Angéla, János |
| 28. | 2 458 147 | 8 28 51 | Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter |
| 29. | 2 458 148 | 8 32 47 | Adél, Etelka, Ferenc |
| 30. | 2 458 149 | 8 36 44 | Martina, Gerda, Gellért |
| 31. | 2 458 150 | 8 40 40 | Marcella, János, Lujza, Péter |

14. A Julián-naptár szerinti újév napja



A déli égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében jól megfigyelhető napkelte előtt a délkeleti égen. 1-jén egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt, 2-án van legnagyobb nyugati kitérésben, $22,7^\circ$ -ra a Naptól. Láthatósága ezután lassan romlik, 20-án már csak egy órával kel a Nap előtt. A hónap utolsó napjaiban már elvesz a kelő Nap fényében.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 9-én felső együttállásban van a Nappal. Fényessége $-4,0^m$ -ról $-3,9^m$ -ra csökken, átmérője $9,8''$, fázisa $0,999$ -ről $0,99$ -ra csökken.

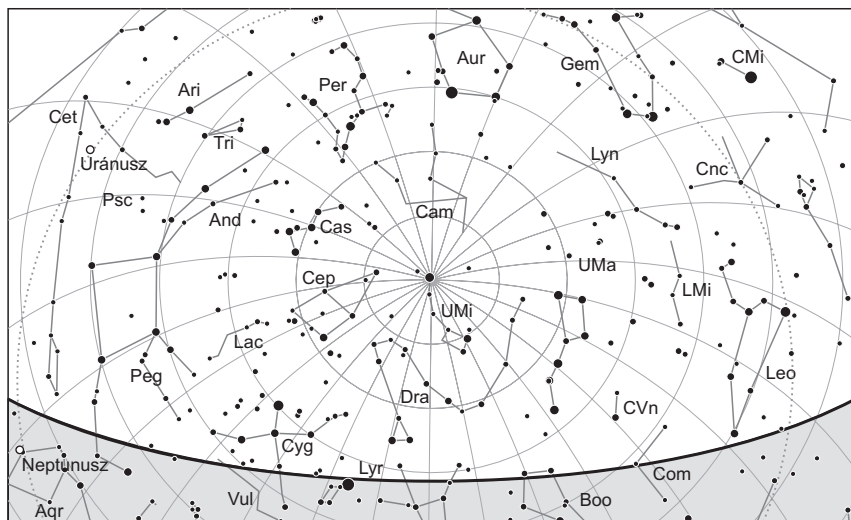
Mars: Előretartó mozgást végez a Mérleg, majd 31-től a Skorpió csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali órákban látható a délkeleti ég alján. Fokozatosan fényesedik $1,5^m$ -ről $1,2^m$ -ra, látszó átmérője $4,8''$ -ről $5,6''$ -re nő.

Jupiter: A Mérleg csillagkép közepén végez előretartó mozgást. Hajnalban kel, az éjszaka végén látható a délkeleti égen mint ragyogó fényű égitest. Fényessége $-1,9^m$, átmérője $34''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hónap közepétől már kereshető napkelte előtt a délkeleti ég alján. Fényessége $0,5^m$, átmérője $15''$.

Uránusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Halak csillagképben, éjfél után nyugszik. 2-ától előretartó mozgást végez, amely egyre gyorsul.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



Az északi égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 01.01. | 19:58 | a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (22,7°, -0,4 magnitúdós, 6,6" átmérő, 64% fázis, Kígyótartó csillagkép) |
| 01.01. | 21:57 | a Hold földközeli (356 568 km, látszó átmérő: 33' 31", 99,9%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.02. | 2:24 | telehold (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 33' 30"), a 2018-as év legnagyobb teleholdja |
| 01.02. | 20:00 | a Hold minimális librációja ($l = +2,17^\circ$, $b = +2,62^\circ$, 99,2%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.02. | 20:10 | a (8) Flora kisbolygó oppozícióban (8,2 magnitúdós, Ikrek csillagkép) |
| 01.02. | 23:53 | a 98,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 5' 46"-cel délre látható a 81 Gem (4,9 magnitúdós) |
| 01.03. | 5:35 | a Föld napközeli (0,9833 CSE-re, 147 097 330 km-re) |
| 01.03. | 16:57 | az (532) Herculina kisbolygó (11,1 magnitúdós) 2'-cel keletre látható a 71 Cet-től (6,3 magnitúdós) |
| 01.03. | 22:00 | a Quadrantidák meteorraj maximuma, a teleholdhoz közeli holdfázis a meteorok megfigyelését jelentősen zavarja |
| 01.04. | 20:53 | a Hold mögül kilép a ψ Leonis (5,4 magnitúdós, 89%-os, csökkenő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 01.05. | 0:26 | a 87,9%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 8' 34"-cel délre látható a 23 Leo (6,5 magnitúdós) |
| 01.05. | 2:33 | két Jupiter-hold (Europa és Ganymedes) árnyéka látszik a bolygó korongján 03:36 UT-ig |
| 01.05. | 4:34 | a 86,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 5' 33"-cel délre látható a v Leo (5,3 magnitúdós) |
| 01.07. | 3:05 | a Mars és a Jupiter 12' 28"-es közelsége a Mérleg csillagképben |
| 01.07. | 19:09 | a (145) Adeona kisbolygó (11,0 magnitúdós) 50"-cel északkeletre látható a π Gem-től (5,1 magnitúdós) |
| 01.08. | 4:40 | a Marstól 30,2'-cel keletre látható a v Lib (5,2 magnitúdós) |
| 01.08. | 20:15 | a Vénusz felső együttállásban a Nappal |
| 01.08. | 22:25 | utolsó negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 30' 41") |
| 01.09. | 4:39 | a Marstól 12' 36"-cel északnyugatra látható a 22 Lib (6,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 01.09. | 7:12 | a Hold maximális librációja ($l = +7,27^\circ$, $b = -6,28^\circ$, 46,4%-os, csökkenő holdfázis) |
| 01.09. | 9:31 | a (134340) Pluto törpebolygó együttállásban a Nappal |
| 01.10. | 17:04 | a (20) Massalia kisbolygó (9,1 magnitúdós) 10'-cel délre látható a 109 Tau-tól (5,0 magnitúdós) |
| 01.11. | 5:54 | a Mars 4,7°-kal, a Jupiter 3,6° délre látható a 28,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben |
| 01.12. | 5:44 | két Jupiter-hold (Europa és Ganymedes) árnyéka látszik a bolygó korongján 07:23 UT-ig |
| 01.13. | 5:07 | a 13,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 10' 44"-cel északra látható a 24 Sco (4,9 magnitúdós) |
| 01.13. | 5:44 | a Merkúr 38'-re a Szaturnusztól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 01.14. | 4:39 | a Jupitertől 7' 17"-cel északra látható a v Lib (5,2 magnitúdós) |
| 01.15. | 2:24 | a Hold földtávolban (406 448 km, látszó átmérő: 29' 24", 3,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 01.15. | 5:53 | a Merkúr 2,6°-kal délre, a Szaturnusz 3,0°-kal délnyugatra látható a 3,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 01.15. | 6:06 | 44 óra 11 perces holdsarló 8,1° magasan a hajnali égen (a Merkúrtól 2,6°-kal északra, a Szaturnusztól 3,1°-kal északkeletre) |
| 01.15. | 17:10 | az (532) Herculina kisbolygó (11,2 magnitúdós) 7'-cel nyugatra látható az NGC 936 galaxistól (10,1 magnitúdós) a Cet csillagképben |
| 01.15. | 20:40 | a (145) Adeona kisbolygó (11,0 magnitúdós) 3'-cel délnyugatra látható az o Gem-től (4,9 magnitúdós) |
| 01.16. | 6:05 | 20 óra 12 perces holdsarló 2,0° magasan a hajnali égen (a Merkúr 11°-kal, a Szaturnusz 14°-kal keletre) |
| 01.17. | 2:17 | újhold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 29' 30"), a 2018-as év legkisebb újholdja |
| 01.17. | 5:37 | a (11) Parthenope kisbolygó (10,3 magnitúdós) 14'-cel délre látható a δ Cnc-től (3,9 magnitúdós) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 01.17. | 6:57 | a Hold minimális librációja ($l = -1,94^\circ$, $b = -1,88^\circ$, 0,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.19. | 16:38 | a (44) Nysa kisbolygó (10,8 magnitúdós) 6'-cel északkeletre látható a 25 Ari-tól (6,5 magnitúdós) |
| 01.20. | 16:23 | a Hold mögé belép a 70 Aquarii (6,2 magnitúdós, 11%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.20. | 17:16 | a Neptunustól 41'-cel északnyugatra látható a 78 Aqr (6,2 magnitúdós) |
| 01.20. | 17:45 | a Neptunusz 3,0°-kal északra látható a 12,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben |
| 01.21. | 2:21 | az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, a jelenség vége 04:39 UT |
| 01.24. | 17:05 | a Hold maximális librációja ($l = -7,12^\circ$, $b = +6,66^\circ$, 47,8%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.24. | 22:20 | első negyed (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 31' 35") |
| 01.26. | 15:00 | a (11) Parthenope kisbolygó oppozícióban (9,9 magnitúdós, Rák csillagkép) |
| 01.28. | 4:29 | a Marstól 15,5'-cel északra látható a 47 Lib (6,0 magnitúdós) |
| 01.28. | 20:54 | a 89,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 7' 15"-cel északra látható a 64 Ori (5,1 magnitúdós) |
| 01.29. | 0:54 | a 90,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13' 47"-cel északra látható a 68 Ori (5,8 magnitúdós) |
| 01.30. | 3:47 | a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, a jelenség vége 05:40 UT |
| 01.30. | 10:05 | a Hold földközeli (359 006 km, látszó átmérő: 33' 17", 98,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.30. | 23:47 | a Hold minimális librációja ($l = +1,37^\circ$, $b = +1,42^\circ$, 99,5%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.31. | 2:40 | az (1) Ceres törpebolygó oppozícióban (6,9 magnitúdós, Rák csillagkép) |
| 01.31. | 3:29 | a 99,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 9' 20"-cel délre látható a 25 Cnc (6,1 magnitúdós) |
| 01.31. | 13:27 | telehold (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 33' 10") |

Együttállások

A 2018-as esztendő nem bővelkedik olyan mértékben együttállásokban, mint a 2017-es, ám ennek ellenére lesz néhány kimondottan látványos égi randevű.

Rögtön az év elején lesz az év legszorosabb és talán legszebb bolygóegyüttállása: január 7-én hajnalban (05:30 UT) egymástól 13'-re, azaz kevesebb mint fél holdátmérőnyire láthatjuk a -1,5 magnitúdós Jupitert és a +1,6 magnitúdós Marsot! A vörös bolygó látszólag két és félszer lesz messzebb az óriásbolygótól, mint a Ganymedes és a Callisto párosa. A két bolygó lenyűgöző kettősétől nyugat felé 2 fok távolságban a Mérleg csillagkép binokulárral megfigyelhető kettőscsillagát, az α Librae-t (Zubenelgenubi) is érdemes felkeresni.

Január 11-én hajnalra a két bolygó távolsága 1,8 fokra nő, de csatlakozik hozzájuk szűk 4 fok távolságra a 28%-ban megvilágított – és erős hamuszürke fényt mutató – Hold is.

Január 15-én 05:50 UT-kor a horizont felett 5-7 fokos magasságban megpillanthatjuk vagy lefotózzhatjuk – kiváló égbolt esetén – a Szaturnusz, a Merkúr és a rendkívül vékony (44,5 órás) holdsarló háromszögét, ahol alul, a háromszög csúcán a Merkúr található. Nyugatra tőle a Szaturnusz 2,5, észak felé a Hold 2,7 fok távolságra lesz látható.

Január 5-én az Europa és Ganymedes árnyéka a Jupiterre vetül

Legutóbb október 26-án volt a Jupiter együttállásban a Nappal, azóta már 57 fokos nyugati elongációba került, és a Nap előtt négy és fél órával kel. Így szinte egész hajnalban uralja az égboltot a szembenállása felé közeledő Marssal együtt. Ezen a hajnalon kevesebb mint egy fokra tartózkodnak egymástól (legközelebb két nap múlva, 7-én hajnalban, lesznek mindössze 12 ívpercre). A Jupiter 2 óra UT-kor kel, de ekkor már a Ganymedes árnyéka a bolygó felszínén vonul, ehhez fél óra múlva csatlakozik az Europa árnyéka az északkeleti peremen. A megfigyeléshez jó keleti-délkeleti horizontra lesz szükség, hiszen ekkor a bolygó még csak 3-5 fok magasan lesz a látóhatár felett. Viszont kényelmesen megvárhatjuk, hogy magasabbra emelkedjen, hiszen a két sötét árnyékfolt több mint egy órán keresztül a felhőzeten tartózkodik. Leglátványosabban 3:00–3:15 között láthatjuk azokat, még messze a peremtől, miközben 3:03-kor az Io egy perc alatt eltűnik a Jupiter árnyékában. Elsőként a nagyobb Ganymedes árnyéka vonul le a bolygóról 3:36-kor 12–15 fokos magasság mellett. Utána az Europa árnyékának vonulását még több mint egy órán át követhetjük, miközben maga a hold is a bolygó felhőzete előtt látszik.



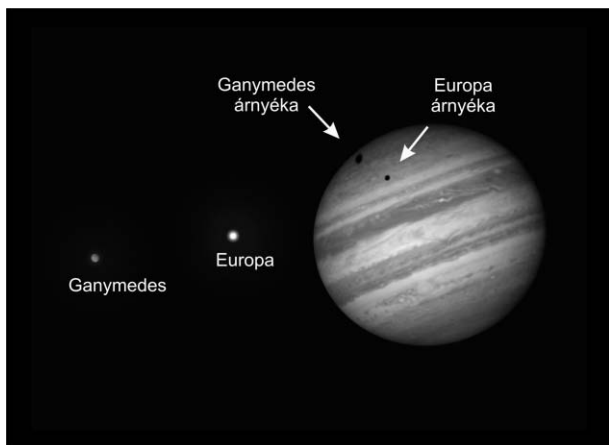
Az Europa és a Ganymedes árnyéka 3:00 UT-kor

Az ábra 3:00 UT-kor ábrázolja a Jupiter keleti felén a két árnyékvető holdat, a nyugati peremen pedig az Iót néhány perccel az árnyékba merülés előtt.

| | | | |
|----------------|-------------------|-----------|---------------------|
| 2 ^h | 32,9 ^m | Europa | árnyékvetés kezdete |
| 3 | 3,3 | Io | fogyatkozás kezdete |
| 3 | 36,4 | Ganymedes | árnyékvetés vége |
| 4 | 35,4 | Europa | átvonulás kezdete |
| 4 | 49,2 | Europa | árnyékvetés vége |

Január 12-én az Europa és Ganymedes árnyéka a Jupiterre vetül

Éppen egy héttel az előző kettős árnyékvetés után a hajnali szürkületben láthatjuk ismét a két Galilei-hold sötét árnyékoltját a Jupiter felhőzetén. Tíz perccel azután, hogy az Io bevonult a Jupiter árnyékába, most előbb az Europa, majd alig 40 perc múlva a Ganymedes árnyékkúpja is érinti a bolygó peremét, majd lassan vonulnak az északi

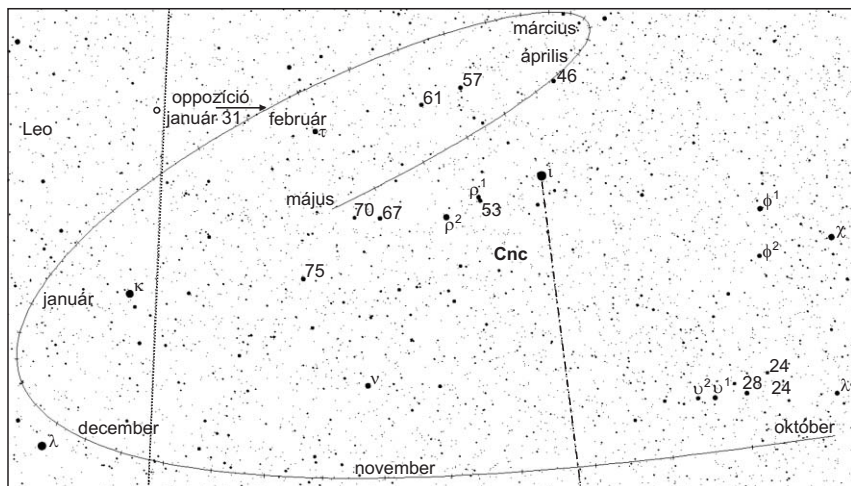


Az Europa és a Ganymedes árnyéka 6:10 UT-kor

félgömbön egymás alatt. Ekkor a bolygó már kellemes, 25 fokal magasságban lesz, a nagy közelítés után a Mars viszont már 2,5 fokra keletre jár. Az igen erős szürkületben még tudjuk az árnyékokat követni, de valószínűleg a 6:30–6:40 közötti napkelte véget vet a megfigyelésnek.

Egyébként a két hold árnyéka szinte egyszerre vonul le a Jupiterről, az Europa 7:23-kor, a Ganymedes 7:39 UT-kor.

| | | | |
|----------------|-------------------|-----------|---------------------|
| 4 ^h | 56,2 ^m | Io | fogyatkozás kezdete |
| 5 | 5,9 | Europa | árnyékvetés kezdete |
| 5 | 43,5 | Ganymedes | árnyékvetés kezdete |



Az (1) Ceres törpebolygó keresőterképe

Teljes holdfogyatkozás január 31-én

Az év első fogyatkozása egy teljes holdfogyatkozás, amely Magyarországról nem figyelhető meg. A teljes eseményt a Csendes-óceánról és Ausztráliából, illetve Ázsia keleti részén lehet végigkövetni. Észak- és Közép-Amerika a fogyatkozás végét, míg Ázsia középső és nyugati fele, valamint Észak- és Kelet-Európa a fogyatkozás kezdetét láthatja.

A félárnyék 10:51:15-kor érinti meg a holdfelszínt, de a jelenléte a gyenge kontraszt miatt csak 11:20 után észlelhető. Az árnyék megjelenésére majdnem egy órát kell várni, erre 11:48:27-kor kerül sor. A Holdat egy óra alatt beteríti a Föld árnyékkúpja, 12:51:47-kor tűnik el a holdkorong. A holdfogyatkozás maximuma 13:29:50-kor következik be, majd újabb bő fél óra múlva, 14:07:51-kor, véget ér a teljes fázis. Még egy óra kell, hogy az umbra teljesen elhagyja a Hold felszínét, ez 15:11:11-kor történik meg. A félárnyék halvány jelenléte még 15:40-ig sejtethető, de teljesen csak 16:08:27-kor lép ki belőle a Hold – ez természetesen már nem látható.

A totalitás 1 óra 16 perc 4 másodperc hosszan tart. Az umbra 3 óra 22 perc 44 másodpercig tartózkodik a holdfelszínen, a félárnyékos fogyatkozás hossza pedig 5 óra 17 perc 12 másodperc.

A fogyatkozás maximuma pillanatában a fogyatkozás nagysága 1,3155 magnitúdó, és a Hold az árnyékkúp déli részét szeli át. Ekkor a holdkorong északi pereme csupán 1,76'-re látszik az árnyékkúp tengelyétől, azaz majdnem centrális a holdfogyatkozás. A holdkorong déli pereme 12,47' mélyen van az umbrában, ez a holdkorong átmérőjének harmada. Emiatt az északi perem sokkal sötétebbnek, vörösebbnek látszik, mint a déli perem, mely utóbbi kissé narancsosabb színű lesz – természetesen sok múlik a földi légkör tisztaságán, amely eleve nagymértékben befolyásolja a holdkorong világosságát, elszíneződését.

A fogyatkozás félárnyékos nagysága 2,2941 magnitúdó. A penumbra átmérője $2,5956^\circ$, az umbráé $1,5134^\circ$. A Hold bő egy napja volt földközelen, látszó átmérője $33,1'$, ellenben a penumbra gyűrűje $32,47'$ vastag, így tisztán félárnyékos fázisa nincs a mostani eseménynek.

Ez a holdfogyatkozás a 74 eseményt adó 124-es Szárosz-család 49. tagja.

Üstökösök

24P/Schaumasse. Ezt a földközeli égitestek közé tartozó üstököst a francia Alexandre Schaumasse fedezte fel 1911. december 1-jén Nizzából. Az eleinte még 8 éves, mostanában inkább 8,2–8,3 éves keringési idejű vándor időnként jelentősebben megközelíti bolygónkat, 1952-ben egészen 6 magnitúdóig fényesedett. A mostani visszatérése során kedvezőtlenebb helyzetben lesz, így tavaly novemberi napközelsége ($q = 1,206$ CSE) után ebben a hónapban már erősen halványodik, várhatóan a 12 és 14 magnitúdó közötti tartományban. Megpillantásához sajnos hajnalig ébren kell maradni, a 60–70 fokos elongációban látszó égitest a Virgo, majd a Libra csillagképben kereshető. A csillagszegény környezetben mozgó kométa megtalálása nem lesz egyszerű, egyedül az év első három hajnalán lesz 1 fokon belül a 3,9 magnitúdós μ Virginishez.

24P/Schaumasse

| Dátum | RA (h m s) | D ($^\circ$, $'$, $''$) | Δ (CSE) | r (CSE) | E ($^\circ$) | m_v (m) |
|--------|------------|-----------------------------|----------------|---------|----------------|----------------|
| 01.01. | 14 41 25 | −04 48 13 | 1,499 | 1,341 | 61 | 11,8 |
| 01.06. | 14 54 56 | −05 48 14 | 1,503 | 1,370 | 63 | 12,2 |
| 01.11. | 15 07 49 | −06 43 06 | 1,507 | 1,400 | 65 | 12,5 |
| 01.16. | 15 20 04 | −07 32 53 | 1,509 | 1,433 | 66 | 12,9 |
| 01.21. | 15 31 39 | −08 17 43 | 1,509 | 1,467 | 68 | 13,2 |
| 01.26. | 15 42 33 | −08 57 50 | 1,508 | 1,502 | 71 | 13,6 |
| 01.31. | 15 52 45 | −09 33 31 | 1,504 | 1,539 | 73 | 13,9 |

185P/Petrew. Egy újabb földközeli üstökös ($q = 0,934$ CSE) lesz látható egünkön, amelyet Vance Avery Petriew fedezett fel 2001. augusztus 18-án egy kanadai észlelőtáborban, miközben 51 cm-es Dobson-távcsövével a Rák-ködöt kereste. Az akkor 10 magnitúdóig fényesedő égitest keringési ideje mindössze 5,5 év, így a 2001-es és 2012-es kedvező láthatósága után az idén egy kedvezőtlen jön a sorban. Egy ilyen fényes és gyakran visszajáró üstökösnél nagy kérdés, hogy korábban miért nem észlelték. Ez esetben a Jupiter okozta pályaváltozások jelentik a megoldást, ugyanis 1982 előtt az égitest csak 1,4 CSE-re közelítette meg a Napot.

A január 27-i napközelsége felé tartó, közvetlenül sötétedés után az esti égen látható üstökös 12,5 és 11 magnitúdó között fog fényesedni. Égi útja a Capricornus, az Aquarius és a Pisces csillagképeken keresztül vezet, a hónap végén sajátmozgása eléri a napi 1,2 fokot. A várhatóan diffúz megjelenésű égitest 4-én este 42 ívperccel nyugatra, 5-én este pedig 25 ívperccel északkeletre látható az 5,1 magnitúdós 46 Capricornitól, 12-én 17 ívperccel északnyugatra lesz a 4,2 magnitúdós θ Aquariitól, 21-én pedig negyed fokkal keletre halad el a 13 magnitúdós NGC 7416 galaxistól. Amikor 26-án keresztezi

az ekliptikát, néhány 13–14 magnitúdós galaxis fél fokos környezetében fotózható, 29-én pedig egy hasonló fényességű galaxisokból álló nagyobb csoporttól háromnegyed fokkal délre látható.

185P/Petrew

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 01.01. | 21 27 09 | −09 34 15 | 1,522 | 1,013 | 41 | 12,4 |
| 01.06. | 21 47 35 | −08 46 33 | 1,491 | 0,987 | 41 | 12,0 |
| 01.11. | 22 08 47 | −07 52 27 | 1,461 | 0,966 | 41 | 11,8 |
| 01.16. | 22 30 44 | −06 52 10 | 1,432 | 0,950 | 41 | 11,5 |
| 01.21. | 22 53 21 | −05 46 08 | 1,405 | 0,939 | 42 | 11,4 |
| 01.26. | 23 16 35 | −04 34 56 | 1,382 | 0,934 | 43 | 11,3 |
| 01.31. | 23 40 22 | −03 19 24 | 1,361 | 0,935 | 43 | 11,2 |
| 02.05. | 00 04 34 | −02 00 30 | 1,345 | 0,942 | 44 | 11,3 |
| 02.10. | 00 29 07 | −00 39 19 | 1,334 | 0,955 | 46 | 11,4 |
| 02.15. | 00 53 52 | +00 42 53 | 1,328 | 0,972 | 47 | 11,6 |
| 02.20. | 01 18 42 | +02 04 45 | 1,329 | 0,995 | 48 | 11,9 |
| 02.25. | 01 43 29 | +03 24 50 | 1,335 | 1,023 | 50 | 12,2 |

C/2016 R2 (PANSTARRS). A Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) automata keresőszoftvere által talált 19,1 magnitúdós, 20" méretű üstököst az elmozduló objektumokat megerősítő operátorok vették észre a program 2016. szeptember 7-i felvételein. A 21–22 ezer éves keringési idejű kométa ekkor még 6,3 CSE-re járt csillagunktól, húsz hónapra napközelpontjától (2,602 CSE), ami egy közepes távcsövekkel vizuálisan is elérhető üstököst sejtetett. Sajnos bolygónktól meglehetősen távol marad, de az eddigi adatok alapján fényessége így is elérheti a 12 magnitúdót, és várhatóan hosszú hónapokig megfigyelhető marad.

C/2016 R2 (PANSTARRS)

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 01.01. | 04 24 04 | +14 08 06 | 2,069 | 2,934 | 146 | 11,8 |
| 01.06. | 04 18 30 | +15 37 18 | 2,089 | 2,910 | 140 | 11,7 |
| 01.11. | 04 13 30 | +17 06 14 | 2,116 | 2,887 | 134 | 11,7 |
| 01.16. | 04 09 07 | +18 34 17 | 2,150 | 2,865 | 128 | 11,7 |
| 01.21. | 04 05 27 | +20 01 02 | 2,190 | 2,844 | 123 | 11,7 |
| 01.26. | 04 02 32 | +21 26 09 | 2,235 | 2,823 | 117 | 11,8 |
| 01.31. | 04 00 22 | +22 49 29 | 2,284 | 2,803 | 112 | 11,8 |
| 02.05. | 03 58 58 | +24 10 56 | 2,337 | 2,784 | 107 | 11,8 |
| 02.10. | 03 58 20 | +25 30 31 | 2,392 | 2,766 | 102 | 11,8 |
| 02.15. | 03 58 26 | +26 48 17 | 2,449 | 2,749 | 97 | 11,8 |
| 02.20. | 03 59 17 | +28 04 20 | 2,507 | 2,732 | 92 | 11,9 |
| 02.25. | 04 00 49 | +29 18 48 | 2,566 | 2,717 | 88 | 11,9 |
| 03.02. | 04 03 03 | +30 31 44 | 2,625 | 2,702 | 84 | 11,9 |
| 03.07. | 04 05 55 | +31 43 15 | 2,683 | 2,688 | 80 | 11,9 |

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 03.12. | 04 09 25 | +32 53 26 | 2,741 | 2,676 | 76 | 12,0 |
| 03.17. | 04 13 32 | +34 02 19 | 2,798 | 2,664 | 72 | 12,0 |
| 03.22. | 04 18 14 | +35 10 01 | 2,853 | 2,653 | 68 | 12,0 |
| 03.27. | 04 23 30 | +36 16 31 | 2,906 | 2,643 | 65 | 12,0 |
| 04.01. | 04 29 19 | +37 21 50 | 2,958 | 2,635 | 62 | 12,1 |
| 04.06. | 04 35 40 | +38 25 56 | 3,007 | 2,627 | 59 | 12,1 |
| 04.11. | 04 42 33 | +39 28 47 | 3,054 | 2,620 | 56 | 12,1 |
| 04.16. | 04 49 58 | +40 30 21 | 3,099 | 2,614 | 53 | 12,1 |
| 04.21. | 04 57 54 | +41 30 33 | 3,141 | 2,610 | 50 | 12,2 |
| 04.26. | 05 06 20 | +42 29 19 | 3,180 | 2,606 | 47 | 12,2 |
| 05.01. | 05 15 17 | +43 26 30 | 3,217 | 2,604 | 45 | 12,2 |
| 05.06. | 05 24 44 | +44 21 58 | 3,252 | 2,603 | 43 | 12,2 |
| 05.11. | 05 34 42 | +45 15 35 | 3,283 | 2,602 | 41 | 12,2 |
| 05.16. | 05 45 10 | +46 07 10 | 3,313 | 2,603 | 39 | 12,3 |
| 05.21. | 05 56 09 | +46 56 34 | 3,339 | 2,605 | 37 | 12,3 |
| 05.26. | 06 07 38 | +47 43 35 | 3,363 | 2,608 | 36 | 12,3 |
| 05.31. | 06 19 36 | +48 27 59 | 3,385 | 2,612 | 34 | 12,3 |

Az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető, bolygónktól lassan távolodó üstököst a Taurus csillagképben kereshetjük, előbb a Hyadok, a hónap végén pedig a Pleiadok közelében. A lassú mozgású égitest megtalálását 4-én és 5-én este is a 3,7 magnitúdós γ Tauri segíti, amelytől harmad fokkal délre, majd nyugatra fog elhaladni. Mielőtt 23-án keresztezné az ekliptikát, 18-án este fél fokkal nyugatra látható az 5,5 magnitúdós ω^1 Tauritól, 27-én este pedig 42 ívperccel nyugatra lesz a 4,4 magnitúdós 37 Tauritól.

C/2017 O1 (ASASSN). Az Ohio State University vezetésével működő All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASASSN) program keretében fedezték fel 2017. július 19-én a chilei Cerro Tololo Obszervatóriumból. Az itt felállított műszercsokor egyik 400/2,8-as (14 cm átmérőjű) objektívjének hajnali CCD-felvételén mutatkozott a 15,3 magnitúdós új égitest, amely egy hét alatt 12,2 magnitúdóra fényesedett. Szerencsére nem egy gyors lefolyású kitörésről volt szó, hanem a 9 ezer éves keringési idejű üstökös aktivizálódásáról, amely egészen októberi napközelségéig kitartott.

C/2017 O1 (ASASSN)

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 01.01. | 00 07 10 | +85 40 07 | 1,232 | 1,845 | 112 | 11,1 |
| 01.06. | 00 39 58 | +85 29 23 | 1,281 | 1,884 | 112 | 11,3 |
| 01.11. | 01 20 12 | +85 14 53 | 1,331 | 1,925 | 112 | 11,5 |
| 01.16. | 02 04 36 | +84 52 52 | 1,383 | 1,967 | 111 | 11,6 |
| 01.21. | 02 49 24 | +84 20 40 | 1,436 | 2,009 | 111 | 11,8 |
| 01.26. | 03 31 27 | +83 37 12 | 1,491 | 2,053 | 110 | 12,0 |
| 01.31. | 04 09 01 | +82 42 51 | 1,548 | 2,097 | 110 | 12,2 |
| 02.05. | 04 41 41 | +81 38 46 | 1,607 | 2,142 | 109 | 12,3 |
| 02.10. | 05 09 50 | +80 26 28 | 1,669 | 2,188 | 108 | 12,5 |

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m _v (m) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------|--------------------|
| 02.15. | 05 34 14 | +79 07 29 | 1,732 | 2,234 | 107 | 12,7 |
| 02.20. | 05 55 34 | +77 43 16 | 1,798 | 2,281 | 106 | 12,9 |
| 02.25. | 06 14 28 | +76 15 05 | 1,867 | 2,329 | 105 | 13,0 |

A már távolodó, 11–12 magnitúdó között halványuló kométát igen különleges és kedvező helyen, az északi pólus közelében kell keresni. Az egész éjszaka megfigyelhető égitest ráadásul január 7-én 12 ívpercre halad el az égbolt legészakibb, egyben galaxisunk egyik legőregebb nyílthalmaza, az NGC 188 centrumától. A halmaz kiterjedését figyelme véve szinte a peremén fog látszani, ráadásul lassú mozgása miatt a környező 2-2 napban fél foknál kisebb távolságban látszanak egymástól. Egy hétnek kell eltelnie, mire 1 foknál is távolabb kerül a halmaztól, utána már csillagszegény környezetben követhetjük a +80 foknál nagyobb deklinációban mutatkozó üstököst.

A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum hó nap | | UT h m s | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold fázis h | Pozíció CA PA | | Korrekció A B | |
|-----------------|----|-------------|----|----|----|---------------------|-----------------|------------------|-------|------------------|------|
| 1 | 1 | 2 | 55 | 33 | be | 863 6,7 | 98 + 22 | 74 | É 55 | +0,5 | -0,4 |
| 1 | 2 | 20 | 5 | 7 | ki | 1151 6,9 | 99 - 39 | 49 | D 251 | +0,7 | +1,8 |
| 1 | 4 | 20 | 53 | 10 | ki | 1434 5,4 | 89 - 24 | 83 | É 296 | +0,6 | +0,6 |
| 1 | 4 | 22 | 47 | 12 | ki | 98773 7,5 | 88 - 41 | 24 | D 223 | +1,3 | +4,4 |
| 1 | 6 | 2 | 45 | 10 | ki | 118535 7,9 | 78 - 52 | 73 | É 309 | +1,3 | -1,3 |
| 1 | 6 | 2 | 53 | 26 | ki | 1580 7,6 | 78 - 52 | 85 | É 296 | +1,5 | -1,0 |
| 1 | 7 | 0 | 17 | 53 | ki | 1693 7,5 | 69 - 33 | 85 | D 288 | +1,1 | +0,6 |
| 1 | 7 | 1 | 13 | 38 | ki | 119000 7,3 | 69 - 39 | 35 | D 237 | +2,1 | +3,2 |
| 1 | 9 | 2 | 47 | 55 | ki | 139316 7,7 | 48 - 31 | 27 | D 229 | +3,0 | +4,7 |
| 1 | 9 | 3 | 6 | 51 | ki | 1923 7,0 | 48 - 33 | 85 | É 297 | +1,3 | +0,0 |
| 1 | 10 | 3 | 34 | 41 | ki | 2035 7,2 | 37 - 28 | 60 | É 321 | +0,9 | -0,6 |
| 1 | 10 | 3 | 49 | 42 | ki | 139792 8,2 | 37 - 29 | 73 | D 273 | +1,6 | +0,8 |
| 1 | 10 | 6 | 10 | 41 | ki | 2043 6,5 | 37 - 33 | 60 | É 320 | +1,3 | -1,4 |
| 1 | 13 | 5 | 48 | 49 | ki | 2396 6,7 | 12 - 19 | 59 | É 313 | +1,0 | -0,1 |
| 1 | 19 | 16 | 41 | 9 | be | 164808 7,7 | 6 + 10 | 54 | D 109 | +1,1 | -2,3 |
| 1 | 19 | 17 | 3 | 37 | be | 164813 9,3 | 6 + 7 | 71 | É 55 | +0,4 | -0,4 |
| 1 | 19 | 17 | 8 | 8 | be | 164812 9,2 | 6 + 6 | 26 | D 137 | +1,8 | -5,2 |
| 1 | 19 | 17 | 12 | 31 | be | 164809 7,6 | 6 + 6 | 21 | É 4 | -0,6 | +2,7 |
| 1 | 20 | 16 | 22 | 39 | be | 3347 6,2 | 11 + 21 | 78 | É 59 | +0,9 | -0,3 |
| 1 | 20 | 17 | 21 | 47 | be | 165326 8,2 | 11 + 14 | 85 | É 66 | +0,7 | -0,7 |
| 1 | 22 | 16 | 23 | 54 | be | 49 6,1 | 27 + 37 | 46 | É 25 | +0,8 | +1,5 |
| 1 | 22 | 20 | 32 | 45 | be | 66 7,1 | 28 + 5 | 42 | D 117 | +0,3 | -2,8 |
| 1 | 23 | 19 | 6 | 49 | be | 109795 7,6 | 37 + 29 | 78 | D 81 | +1,0 | -1,0 |
| 1 | 24 | 17 | 6 | 0 | be | 110334 7,8 | 47 + 49 | 90 | D 71 | +1,6 | +0,4 |

| Dátum hó nap | | UT h m s | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold fázis h | | Pozíció CA PA | | Korrekció A B | |
|-----------------|----|-------------|----|----|----|---------------------|-----------------|----|------------------|-----|------------------|------|
| 1 | 25 | 18 | 9 | 23 | be | 444 5,9 | 59 + | 52 | 52 D | 111 | +2,1 | -1,4 |
| 1 | 25 | 19 | 28 | 47 | be | 93249 8,1 | 59 + | 46 | 37 D | 125 | +1,8 | -3,1 |
| 1 | 25 | 21 | 34 | 11 | be | 453 7,1 | 60 + | 28 | 57 É | 40 | +0,8 | +0,4 |
| 1 | 25 | 23 | 33 | 31 | be | 462 6,0 | 61 + | 9 | 70 É | 53 | +0,2 | -0,4 |
| 1 | 26 | 23 | 44 | 17 | be | 608 6,0 | 72 + | 18 | 62 D | 105 | +0,2 | -1,8 |
| 1 | 28 | 19 | 12 | 27 | be | 95119 7,5 | 89 + | 59 | 49 É | 44 | +1,2 | +2,3 |
| 1 | 29 | 1 | 39 | 21 | be | 947 5,2 | 91 + | 22 | 63 D | 112 | +0,1 | -1,8 |
| 1 | 29 | 18 | 15 | 23 | be | 1076 7,5 | 95 + | 44 | 30 D | 149 | +1,7 | -2,0 |
| 1 | 29 | 20 | 47 | 12 | be | 1084 7,3 | 96 + | 62 | 76 É | 76 | +1,6 | +0,8 |

Évfordulók

100 éve született Antonín Mrkos

Antonín Mrkos (1918. január 27., Střemchoví – 1996. május 29., Prága) cseh csillagász üstökösök és kisbolygók híres felfedezője volt. Pályafutását sok kortársához hasonlóan a háború késleltette. Tanárként tevékenykedett, majd miután Antonín Bečvař felfigyelt a fiatal tehetségre, a Skalnaté Pleso-i obszervatóriumba került. Itt a következő hét évben tizenegy üstökös fölfedezésében vagy újrafölfedezésében jeleskedett. Titka az volt, hogy a Kő-pataki tó melletti megfigyelőállomás kedvezőtlen horizontja miatt rendszeresen a csúcsra települt a műszerekkel, ahonnan teljes rálátást nyert a nyugati égre. Csillagászati megfigyeléseivel egyidejűleg értékes meteorológiai mérések végzésére is lehetősége nyílt.



1957–1958-ban a Nemzetközi Geofizikai Év során az Antarktiszon vett részt egy szovjet expedícióban. Innen visszatérve hamarosan a Károly Egyetemre került. Itt jelentős részt vállalt a Kleti Obszervatórium megalapításában. Ezt az obszervatóriumot személyes részvételével – 20 napos észlelést vállalt havonta – a Nemzetközi Csillagászati Unió Kisbolygóközpontja (IAU MPC) hatodik legaktívabb bázisává tette. Itt fedezte föl két utolsó üstökösét, amelyekkel együtt 13 kométa fölfedezőjévé vált. Élete végén az ondřejovi állomás megerősítésén is tevékenykedett, ebben azonban betegsége és egy súlyos rongálással járó betörés is hátráltatta. 1995-ben annak során lopták el kedvenc binokulárját is, amellyel 11 üstököst fedezett föl.

150 éve született Frank Watson Dyson

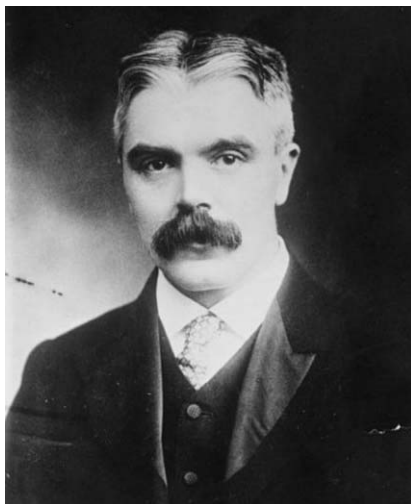
Frank Watson Dyson (1868. január 8., Ashby-de-la Zouch – 1939. május 25., Cape Town) a greenwichi Királyi Obszervatórium kiemelkedő munkásságú igazgatója, az 1919-es napfogyatkozás-expedíció szellemi atyja volt. Baptista lelkész családba született, 7 gyer-

mek közül a legidősebbként. A Cambridge Egyetem elvégzése után Greenwichbe került gyakornokként, ahol a Carte du Ciel és további kiadványok szerkesztésében vett részt. Megfigyelési munkája elsősorban a cirkumpoláris csillagok asztrometriája volt, amelynek keretében 4239 csillag sajátmozgását is kimérte. Megtalálta a Jacobus Kapteyn által megjósolt galaktikus csillagáramlatokat, és messzemenően igazolta Karl Schwarzschild ellipszoidális sebességtérmodelljét.

Szenvedélyes napfogyatkozás-utazó volt, 6 teljes napfogyatkozást látott a világ egzotikus helyszíneiről, és minden esetben derült éggel örvendeztette meg a szerencse. Eddington mutatta meg Dysonnak Einstein általános relativitáselméleti munkájában a gravitációs fényelhajlásra vonatkozó részt, ahol a newtoni elmélet-től jelentős eltérést, pontosan kétszer akkora fényelhajlást jósolt az einsteini elmélet. Dyson felismerte, hogy az 1919-es napfogyatkozás a Hyadok csillagképben következik majd be, és 13 csillag is mérhető mértékben mutatja majd a gravitációs fényelhajlást. E kísérletért Dyson – Eddingtonnal és Einsteinnel együtt és külön is – számos kitüntetésben és elismerésben részesült.

Obszervatóriumigazgatói tevékenysége a háborús időszakra esett, amikor 36 munkatársát veszítette el. Dyson irányításával sikerült átmenteni az obszervatórium értékeit, és a háború után hamarosan ismét a régi hírnévhez méltó eredmények születtek a Greenwichi Csillagvizsgálóban. Ennek az újjászületésnek egyik első eredménye volt a napfogyatkozás-expedíció.

1910-től 1933-ig ő töltötte be az angol királyi csillagász tisztét, 1928 és 1932 között a Nemzetközi Csillagászati Unió elnöke volt. Megkapta a Királyi Csillagászati Társaság aranyérmét és az amerikai csillagászok (Astronomical Society of the Pacific) Bruce-érmét is. Holdkáter és az (1241) Dysona kisbolygó is őrzi a nevét.



Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 4 | 5:49,0 | Io | ák |
| 5 | 2:32,9 | Europa | ák |
| | 3: 3,3 | Io | fk |
| | 3:36,4 | Ganymedes | áv |
| | 4:35,4 | Europa | ek |
| 5 | 4:49,2 | Europa | áv |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 6 | 2:27,7 | Io | áv |
| | 3:30,0 | Io | ev |
| 12 | 4:56,2 | Io | fk |
| | 5: 5,9 | Europa | ák |
| | 5:43,5 | Ganymedes | ák |
| 13 | 2:11,0 | Io | ák |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 13 | 3:17,4 | Io | ek |
| | 4:21,2 | Io | áv |
| | 5:27,3 | Io | ev |
| 14 | 2: 3,6 | Europa | fv |
| | 2: 3,8 | Europa | mk |
| | 2:41,0 | Io | mv |
| | 4:19,8 | Europa | mv |
| 20 | 4: 4,6 | Io | ák |
| | 5:14,2 | Io | ek |
| 21 | 1:17,2 | Io | fk |
| | 2:21,2 | Europa | fk |
| | 4:36,9 | Io | mv |
| | 4:39,3 | Europa | fv |
| | 4:46,3 | Europa | mk |
| 22 | 1:52,9 | Io | ev |
| 23 | 1:41,6 | Ganymedes | fv |
| | 4:43,9 | Ganymedes | mk |
| 28 | 3:10,0 | Io | fk |
| | 4:56,9 | Europa | fk |
| 29 | 1:39,0 | Io | ek |
| | 2:36,5 | Io | áv |
| | 3:48,4 | Io | ev |
| 30 | 1:43,5 | Europa | áv |
| | 1:52,5 | Europa | ek |
| | 3:46,8 | Ganymedes | fk |
| | 4: 4,7 | Europa | ev |
| | 5:38,3 | Ganymedes | fv |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

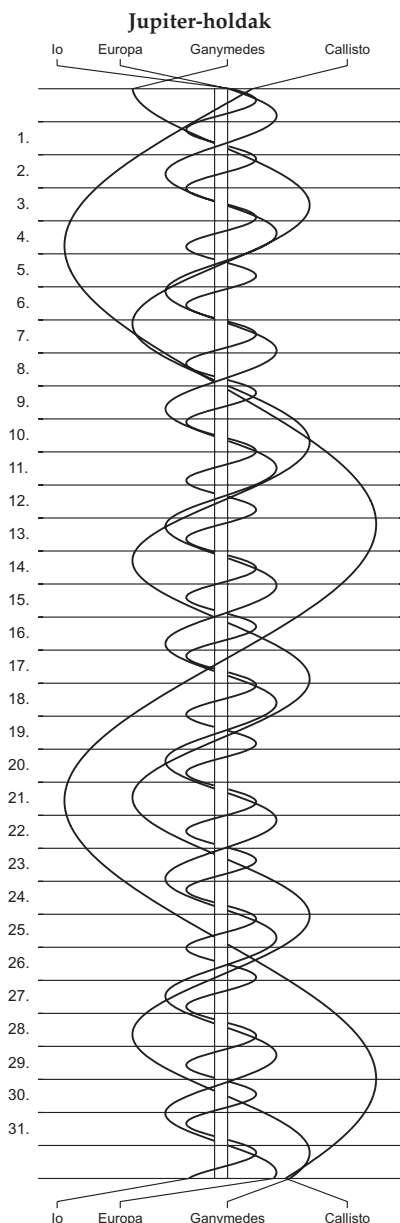
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

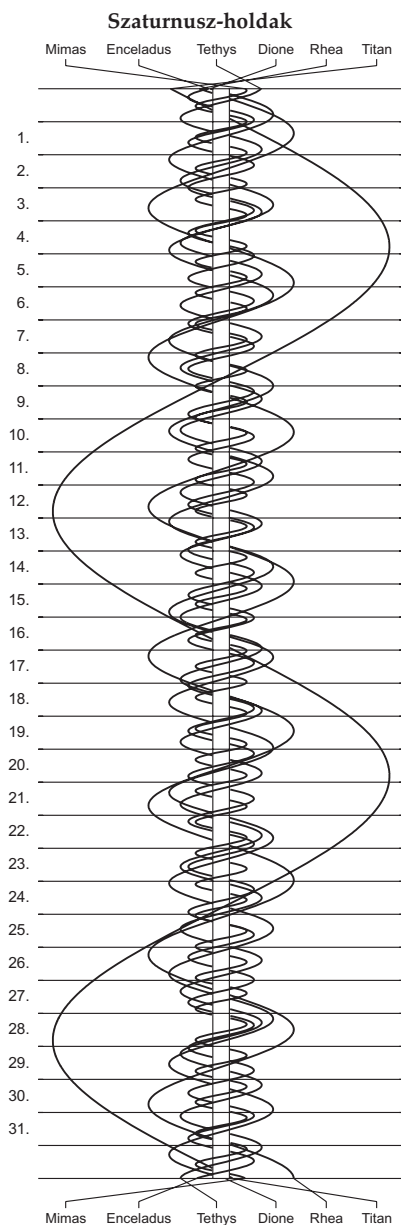
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





**Hogy közelebb
hozhassuk a csillagokat...**

**Adószámunk:
19009162-2-43**

**Magyar
Csillagászati
Egyesület**

Fotó: Kiss Csongor



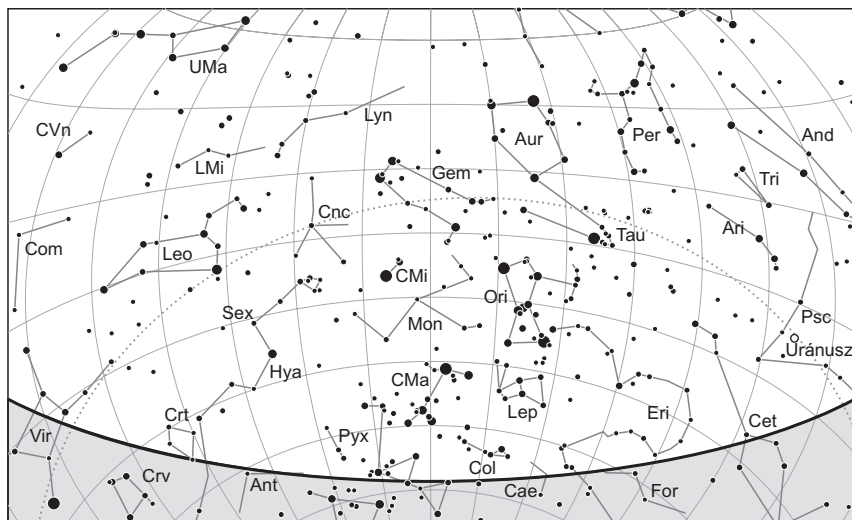
$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – február**

KÖZEI

| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis |
|------------|------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|---------|
| | kel | delel | nyugszik | h_d | E_t | kel | delel | nyugszik | |
| | h m | h m | h m | ° | m | h m | h m | h m | h m |
| 1. cs 32. | 7 10 | 11 57 | 16 45 | 25,5 | -13,5 | 18 03 | 0 20 | 7 44 | |
| 2. p 33. | 7 09 | 11 57 | 16 47 | 25,8 | -13,7 | 19 19 | 1 18 | 8 20 | |
| 3. sz 34. | 7 07 | 11 57 | 16 48 | 26,1 | -13,8 | 20 33 | 2 11 | 8 52 | |
| 4. v 35. | 7 06 | 11 58 | 16 50 | 26,4 | -13,9 | 21 43 | 3 02 | 9 20 | |
| 6. hét | | | | | | | | | |
| 5. h 36. | 7 04 | 11 58 | 16 51 | 26,7 | -14,0 | 22 51 | 3 50 | 9 47 | |
| 6. k 37. | 7 03 | 11 58 | 16 53 | 27,0 | -14,0 | 23 57 | 4 37 | 10 14 | |
| 7. sz 38. | 7 02 | 11 58 | 16 55 | 27,3 | -14,1 | – | 5 23 | 10 41 | ☉ 16 54 |
| 8. cs 39. | 7 00 | 11 58 | 16 56 | 27,6 | -14,2 | 1 00 | 6 09 | 11 11 | |
| 9. p 40. | 6 59 | 11 58 | 16 58 | 27,9 | -14,2 | 2 01 | 6 55 | 11 44 | |
| 10. sz 41. | 6 57 | 11 58 | 16 59 | 28,2 | -14,2 | 2 58 | 7 42 | 12 22 | |
| 11. v 42. | 6 56 | 11 58 | 17 01 | 28,6 | -14,2 | 3 53 | 8 29 | 13 04 | |
| 7. hét | | | | | | | | | |
| 12. h 43. | 6 54 | 11 58 | 17 02 | 28,9 | -14,2 | 4 42 | 9 17 | 13 53 | |
| 13. k 44. | 6 52 | 11 58 | 17 04 | 29,2 | -14,2 | 5 26 | 10 05 | 14 46 | |
| 14. sz 45. | 6 51 | 11 58 | 17 06 | 29,6 | -14,2 | 6 06 | 10 53 | 15 44 | |
| 15. cs 46. | 6 49 | 11 58 | 17 07 | 29,9 | -14,2 | 6 41 | 11 40 | 16 45 | ● 22 05 |
| 16. p 47. | 6 47 | 11 58 | 17 09 | 30,3 | -14,1 | 7 12 | 12 26 | 17 48 | |
| 17. sz 48. | 6 46 | 11 58 | 17 10 | 30,6 | -14,0 | 7 40 | 13 12 | 18 53 | |
| 18. v 49. | 6 44 | 11 58 | 17 12 | 31,0 | -14,0 | 8 06 | 13 57 | 19 59 | |
| 8. hét | | | | | | | | | |
| 19. h 50. | 6 42 | 11 57 | 17 13 | 31,3 | -13,9 | 8 32 | 14 44 | 21 06 | |
| 20. k 51. | 6 41 | 11 57 | 17 15 | 31,7 | -13,8 | 8 58 | 15 31 | 22 14 | |
| 21. sz 52. | 6 39 | 11 57 | 17 16 | 32,0 | -13,7 | 9 26 | 16 20 | 23 24 | |
| 22. cs 53. | 6 37 | 11 57 | 17 18 | 32,4 | -13,6 | 9 58 | 17 11 | – | |
| 23. p 54. | 6 35 | 11 57 | 17 20 | 32,8 | -13,4 | 10 34 | 18 05 | 0 35 | ☉ 9 09 |
| 24. sz 55. | 6 33 | 11 57 | 17 21 | 33,1 | -13,3 | 11 18 | 19 02 | 1 45 | |
| 25. v 56. | 6 32 | 11 57 | 17 23 | 33,5 | -13,1 | 12 10 | 20 02 | 2 52 | |
| 9. hét | | | | | | | | | |
| 26. h 57. | 6 30 | 11 57 | 17 24 | 33,9 | -13,0 | 13 12 | 21 02 | 3 54 | |
| 27. k 58. | 6 28 | 11 56 | 17 26 | 34,2 | -12,8 | 14 21 | 22 02 | 4 48 | |
| 28. sz 59. | 6 26 | 11 56 | 17 27 | 34,6 | -12,6 | 15 35 | 23 00 | 5 34 | |

február

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|------------------------------------|---|---|
| 1. | 2 458 151 | 8 44 37 | Ignác, Brigitta, Kincső |
| 2. | 2 458 152 | 8 48 33 | Karolina, Aida, Johanna, Mária |
| 3. | 2 458 153 | 8 52 30 | Balázs, Oszkár |
| 4. | 2 458 154 | 8 56 27 | Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika |
| 5. | 2 458 155 | 9 00 23 | Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Etelka, Kolos |
| 6. | 2 458 156 | 9 04 20 | Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka |
| 7. | 2 458 157 | 9 08 16 | Tódor, Rómeó, Richárd |
| 8. | 2 458 158 | 9 12 13 | Aranka, János, Zsáclin |
| 9. | 2 458 159 | 9 16 09 | Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika |
| 10. | 2 458 160 | 9 20 06 | Elvira, Ella, Pál, Vilmos |
| 11. | 2 458 161 | 9 24 02 | Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla |
| 12. | 2 458 162 | 9 27 59 | Livia, Lídia, Lilla |
| 13. | 2 458 163 | 9 31 56 | Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente |
| 14. | 2 458 164 | 9 35 52 | Bálint, Valentin |
| 15. | 2 458 165 | 9 39 49 | Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi |
| 16. | 2 458 166 | 9 43 45 | Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel |
| 17. | 2 458 167 | 9 47 42 | Donát, Alex, Elek |
| 18. | 2 458 168 | 9 51 38 | Bernadett, Simon |
| 19. | 2 458 169 | 9 55 35 | Zsuzsanna, Eliza, Elizabet |
| 20. | 2 458 170 | 9 59 31 | Aladár, Álmos, Elemér, Leona |
| 21. | 2 458 171 | 10 03 28 | Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter |
| 22. | 2 458 172 | 10 07 25 | Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter |
| 23. | 2 458 173 | 10 11 21 | Alfréd, Ottó, Péter |
| 24. | 2 458 174 | 10 15 18 | Mátyás, Darinka, Hedvig, János |
| 25. | 2 458 175 | 10 19 14 | Géza, Vanda |
| 26. | 2 458 176 | 10 23 11 | Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor |
| 27. | 2 458 177 | 10 27 07 | Ákos, Bátor, Antigoné, Gábor, László |
| 28. | 2 458 178 | 10 31 04 | Elemér, Antónia |



A déli égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap nagyobb részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 17-én felső együttállásban van a Nappal. A hónap utolsó napjaiban már kereshető napnyugta után a délnyugati látóhatár közelében. Láthatósága villámgyorsan javul, 28-án már háromnegyed órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: A hónap nagyobb részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, de 20-a után már kereshető napnyugtát követően a délnyugati látóhatár közelében. 31-én már egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $9,8''$ -ről $10''$ -re nő, fázisa $0,99$ -ről $0,98$ -ra csökken.

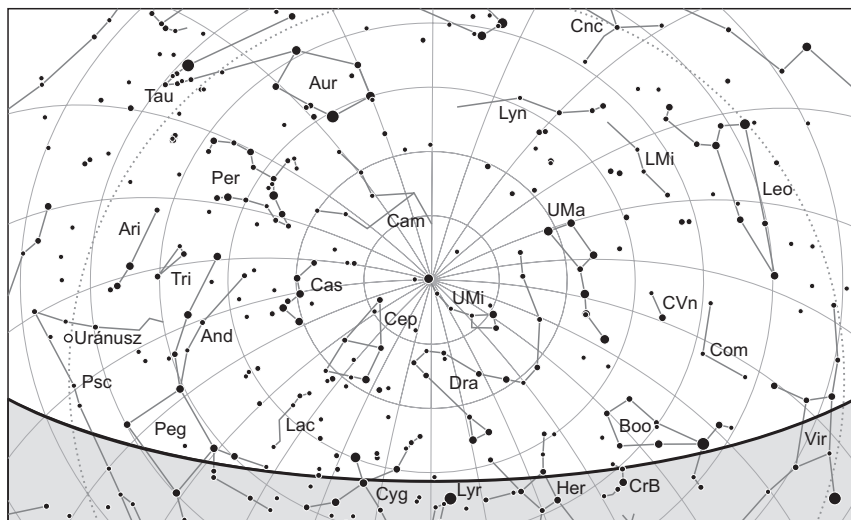
Mars: Előretartó mozgást végez a Skorpió, majd 8-ától a Kígyóirtó csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali órákban látható a délkeleti égen. Tovább fényesedik, fényessége $1,2^m$ -ről $0,8^m$ -ra, látszó átmérője $5,6''$ -ről $6,6''$ -re nő.

Jupiter: A Mérleg csillagkép közepén látható, előretartó mozgása a hónap végén lassulni kezd. Éjfél után kel, az éjszaka második felében megfigyelhető a délkeleti égen mint fényes égitest. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $37''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt látható alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége $0,6^m$, átmérője $16''$.

Úránusz: Sötétedés után kereshető a Halak csillagképben. Folytatja előretartó mozgását. Késő éjszaka nyugszik.

Neptunusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hónap elején még kereshető az esti szürkületben.



Az északi égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 02.01. | 4:25 | a Marstól 21,9'-cel északra látható a β^1 Sco (2,6 magnitúdós) |
| 02.02. | 4:24 | a Marstól 26,5'-cel délnyugatra látható az ω^1 Sco (3,9 magnitúdós) |
| 02.05. | 4:20 | a (9) Metis kisbolygó (11,7 magnitúdós) 8'-cel nyugatra látható az IC 4634 planetáris ködtől (12,0 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben |
| 02.06. | 4:19 | a Marstól 2,2°-kal a Vénusztól 1,0°-kal délkeletre látható az M35 nyílthalmaz (5,1 magnitúdós) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben |
| 02.06. | 6:01 | a Hold maximális librációja ($l = +6,85^\circ$, $b = -6,64^\circ$, 64,1%-os, csökkenő holdfázis) |
| 02.06. | 20:36 | az (532) Herculina kisbolygó (11,4 magnitúdós) 33"-cel délkeletre látható az NGC 1016 galaxistól (11,6 magnitúdós) a Cet csillagképben |
| 02.07. | 15:54 | utolsó negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 30' 06") |
| 02.08. | 1:20 | a Jupiter 4,2°-kal délnyugatra látható a 46,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben |
| 02.08. | 3:29 | a Hold mögé belép a γ Librae (3,9 magnitúdós, 45%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 04:46 UT-kor |
| 02.09. | 5:27 | a Mars 3,6°-kal délre látható a 35,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó csillagképben |
| 02.09. | 17:42 | a (20) Massalia (9,8 magnitúdós) és a (92) Undinaz (12,2 magnitúdós) kisbolygó 20,7'-es közelsége a Bika csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 02.11. | 4:12 | a Marstól 20,0'-cel délkeletre látható az ω Oph (4,5 magnitúdós) |
| 02.11. | 4:46 | a 18,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól 1,7° távolságra délre látható az M21 nyílthalmaz (5,9 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 02.11. | 5:24 | a Szaturnusz 4,5°-kal délkeletre látható a 18,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 02.11. | 14:24 | a Hold földtávolban (405 669 km, látszó átmérő: 29' 27'', 15,9%-os, csökkenő holdfázis) |
| 02.12. | 3:02 | a Marstól 5,1°-kal délre látható az Antares, az α Sco (1,1 magnitúdós) |
| 02.12. | 5:55 | a Hold mögül kilép a ξ^2 Sagittarii (5,0 magnitúdós, 12%-os, csökkenő holdfázis) |
| 02.12. | 17:46 | a (20) Massalia kisbolygó (9,9 magnitúdós) 4'-cel keletre látható a 109 Tau-tól (5,0 magnitúdós) |
| 02.13. | 18:46 | az (532) Herculina kisbolygó (11,5 magnitúdós) 5'-cel délkeletre látható a γ Cet-től (3,5 magnitúdós) |
| 02.13. | 19:18 | a Hold minimális librációja ($l = -1,67^\circ$, $b = -1,52^\circ$, 4,0%-os, csökkenő holdfázis) |
| 02.15. | 21:05 | újhold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 29' 59'') |
| 02.16. | 16:28 | 19 óra 23 perces holdsarló 2,6° magasan az esti égen (a Vénusztól 1,3°-kal délre) |
| 02.16. | 16:40 | a Vénusz 1,2°-kal északra látható a 0,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben |
| 02.17. | 15:42 | a Merkúr felső együttállásban a Nappal |
| 02.20. | 3:59 | a Marstól 7°-cel nyugatra látható az NGC 6235 gömbhalmaz (8,9 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben |
| 02.21. | 4:58 | a Hold maximális librációja ($l = -5,88^\circ$, $b = +6,72^\circ$, 27,5%-os, növekvő holdfázis) |
| 02.21. | 17:29 | a Hold mögé belép a μ Ceti (4,3 magnitúdós, 32%-os, növekvő holdfázis), kilépés 18:29 UT-kor |
| 02.21. | 17:59 | a (89) Julia kisbolygó (11,5 magnitúdós) 12'-cel délkeletre látható a ψ^1 Psc B-től (5,5 magnitúdós) |
| 02.22. | 2:01 | az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, a jelenség vége 04:19 UT |
| 02.22. | 18:32 | a Hold súrolva fedi a SAO 93548-at a déli pereme mentén (7,9 magnitúdós, 43%-os, növekvő holdfázis) a Bika csillagképben |
| 02.23. | 8:09 | első negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32' 01'') |
| 02.23. | 17:15 | a Hold mögé belép az α Tauri, az Aldebaran (0,9 magnitúdós, 54%-os, növekvő holdfázis), kilépés 17:59 UT-kor |
| 02.24. | 3:52 | a Marstól 20'-cel délkeletre látható az NGC 6287 gömbhalmaz (9,2 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben |
| 02.24. | 16:29 | a Hold mögül kilép a 119 Tauri (4,3 magnitúdós, 65%-os, növekvő holdfázis) |
| 02.24. | 21:06 | a Hold mögé belép a 127 Tauri (6,7 magnitúdós, 67%-os, növekvő holdfázis) |
| 02.26. | 7:22 | az (51) Nemausa kisbolygó oppozícióban (9,8 magnitúdós, Szeptás csillagkép) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 02.26. | 21:14 | a 86,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 6' 7"-cel délre látható a 81 Gem (4,9 magnitúdós) |
| 02.27. | 14:48 | a Hold földközeli (363 956 km, látszó átmérő: 32' 50", 92,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 02.27. | 18:08 | a (7) Iris (9,6 magnitúdós) és a (42) Isis (12,7 magnitúdós) kisbolygók 13,2'-es közelsége a Bika csillagképben |
| 02.28. | 3:45 | a (187) Lamberta kisbolygó (11,6 magnitúdós) 9'-cel nyugatra látható a κ Vir-tól (4,2 magnitúdós) |
| 02.28. | 5:14 | a Callisto (Jupiter-hold) 9"-cel a Jupiter déli pólusa mellett halad el |
| 02.28. | 17:57 | a Hold mögé belép a ψ Leonis (5,4 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis) |
| 02.27. | 20:12 | a Hold minimális librációja ($l = +0,75^\circ$, $b = +0,62^\circ$, 93,5%-os, növekvő holdfázis) |
| 02.28. | 22:51 | a 98,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5' 26"-cel délre látható a 23 Leo (6,5 magnitúdós) |

Együttállások

Február első hajnalán a Mars alig 22'-re közelíti meg a β Scorpiit (Grafias), ezt a szép kettőscsillagot. Komponensei 2,6 és 4,5 magnitúdósak, szeparációjuk 13,5", ezért kis



A Mars és a β Scorpii együttállása február 1-jén hajnalban. A közelben látszik a Jupiter is

nagyítással, akár binokulárral is felbonthatók. A főcsillagnak van egy 10 magnitúdós kísérője is alig 0,32"-re, keringési ideje 600 év. Megpillantására nincs esély. Távolabb, a Mérlegben lesz látható a Jupiter is.

Ugyanezen a napon, vagyis 1-jén 18:00 UT-kor a kelő telehold peremétől alig 8'-re láthatjuk a Regulust (α Leonis). A szoros égi párost, amely minden bizonnyal lenyűgöző látványt fog nyújtani, a keleti horizont felett 8-10 fok magasban találjuk. Az egész este folyamán látványos lesz a két égitest egyre távolodó párosa.

A február 23-i Aldebaran-fedést követően (19:00 UT után) a Hold és a csillag távolodását is megfigyelhetjük.

Aldebaran-fedés február 23-án

A 2017. december 31-i Aldebaran-fedés után következő okkultáció február 23-án kora este lesz. Ezt követően a fedések sávja északabbra tolódik (a holdpálya közeledik az ekliptikához) így a következő magyarországi fedésre 16 évet kell várni, amikor egy újabb sorozat kezdődik: 2034. január 29-én fedi el ismét a Bika szemét a Hold. A következő széria legérdekesebbike valószínűleg a 2035. március 15-i súroló fedés lesz, az érintés sávja kettészeli az országot.

2018. február 23-án, péntek délután a Hold még nappal vonul el a Hyadok fényes csillagai előtt, így jó átlátszóság esetén néhány nappali fedést is megfigyelhetünk. Ezek listáját mutatja táblázatunk Budapestre számolva. Főképp a 3,8 magnitúdós θ^1 Tauri (ZC 669) észlelésével érdemes próbálkozni, miközben a hasonló fényességű θ^2 Tauri 3'-re vonul el a Hold déli pólusa alatt.

| UT | | | E | Csillag | | Nap alt | Hold alt | CA | PA | VA |
|----|----|----|---|---------|-----|------------|-------------|------|-----|-----|
| h | m | s | | No | m | | | ° | ° | ° |
| 13 | 9 | 39 | d | 667 | 5,0 | 26 | 34 | 48N | 39 | 82 |
| 13 | 10 | 49 | D | 669 | 3,8 | 26 | 34 | 36S | 135 | 178 |
| 13 | 41 | 15 | r | 669 | 3,8 | 22 | 39 | -19S | 190 | 231 |
| 14 | 4 | 6 | d | 677 | 4,8 | 19 | 42 | 61S | 110 | 150 |
| 17 | 15 | 4 | D | 692 | 0,9 | -10 | 59 | 39S | 132 | 129 |
| 17 | 58 | 47 | R | 692 | 0,9 | § | 57 | -29S | 200 | 184 |

Az Aldebaran-fedésre már a szürkületben kerül sor. A csillag eltűnése a sötét oldalon következik be, ekkor a Nap 7–14 fokkal lesz a horizont alatt. A Hold első negyed utáni megvilágítottsága 54%-os, 95 fokos nyugati elongáció mellett. Mivel a horizont feletti magasság 60 fok körüli lesz, a Hold és a csillag párosa kényelmesen beállítható, akár binokulárral is megfigyelhető lesz. Belépéskor az Aldebaran 10 ívpercre lesz a terminátortól a Hold déli féltekéjén, így akár szabad szemmel is látható lesz az eltűnés. Természetesen nagyobb távcsővel látványosabb lesz a jelenség. A nagy csillagátmérő miatt akár egy pillanatnyi, de fokozatos eltűnést is láthatunk (a csillag körülbelül 0,05 másodperc alatt kerül a Hold mögé). A kilépésre a megvilágított oldalon kerül sor, itt látványos lesz, ahogy a vörös csillag megjelenik a déli krátermező pere-

mén (a Biela-kráter közelében). A holdperemre tapadó ragyogó vörös csillag különleges látványosság, ne hagyjuk ki!

A sűrű fedés vonala sem lesz messze Magyarországtól, Splittől és Szarajevótól körülbelül 50 km-re északra húzódik, érinti Belgrád külvárosait (a városközponttól 15 km-re délre), Romániában a Kárpátok déli vonulatait keresztezi, Brassótól 35 km-re délre vonul el.

| Város | Belépés | | | | | | Kilépés | | | | | |
|----------------|-------------|------------|-------------|---------|---------|--|-------------|------------|-------------|---------|---------|--|
| | UT h m s | Nap alt | Hold alt | CA ° | PA ° | | UT h m s | Nap alt | Hold alt | CA ° | PA ° | |
| Sopron | 17 9 9 | -7 | 59 | 43S | 128 | | 17 56 25 | | 58 | -32S | 203 | |
| Szombathely | 17 10 20 | -8 | 59 | 41S | 131 | | 17 55 3 | | 58 | -29S | 201 | |
| Zalaegerszeg | 17 11 51 | -8 | 60 | 38S | 133 | | 17 53 58 | | 59 | -27S | 198 | |
| Győr | 17 11 34 | -9 | 59 | 42S | 130 | | 17 57 43 | | 58 | -31S | 202 | |
| Kaposvár | 17 15 35 | -9 | 60 | 34S | 137 | | 17 53 8 | | 59 | -23S | 194 | |
| Veszprém | 17 13 40 | -9 | 60 | 38S | 133 | | 17 56 5 | | 58 | -27S | 199 | |
| Tatabánya | 17 12 26 | -9 | 59 | 41S | 130 | | 17 57 42 | | 58 | -30S | 202 | |
| Pécs | 17 17 46 | -10 | 61 | 31S | 140 | | 17 52 21 | | 59 | -20S | 192 | |
| Székesfehérvár | 17 14 33 | -10 | 60 | 38S | 133 | | 17 57 2 | | 58 | -28S | 199 | |
| Szekszárd | 17 18 1 | -10 | 60 | 33S | 139 | | 17 54 4 | | 59 | -22S | 193 | |
| Paks | 17 17 17 | -10 | 60 | 34S | 137 | | 17 55 25 | | 58 | -24S | 195 | |
| Budapest | 17 15 4 | -10 | 59 | 39S | 132 | | 17 58 47 | | 57 | -29S | 200 | |
| Kecskemét | 17 18 18 | -11 | 60 | 35S | 136 | | 17 57 32 | | 58 | -25S | 196 | |
| Salgótarján | 17 15 18 | -11 | 59 | 42S | 130 | | 18 1 40 | | 56 | -32S | 203 | |
| Szeged | 17 21 52 | -12 | 60 | 30S | 141 | | 17 55 12 | | 58 | -20S | 191 | |
| Miskolc | 17 17 22 | -12 | 58 | 41S | 130 | | 18 2 53 | | 56 | -31S | 203 | |
| Debrecen | 17 20 50 | § | 59 | 37S | 135 | | 18 2 7 | | 56 | -27S | 199 | |
| Nyíregyháza | 17 19 48 | § | 58 | 39S | 132 | | 18 3 37 | | 56 | -30S | 201 | |

Részleges napfogyatkozás február 15-én

Az év második fogyatkozása egy közepes mértékű részleges napfogyatkozás, amely Magyarországról nem figyelhető meg. A Hold félárnyéka 18:55:46-kor érinti a Csendes-óceán vizeit Antarktisz Új-Zéland felé eső partja közelében. Fokozatosan beteríti Antarktiszot, és 20:51:19-kor éri el a legnagyobb kiterjedését, amikor a fogyatkozás magnitúdója 0,5986. Ezután lassan zsugorodni kezd, és áthúzódik Dél-Amerika déli részére, és 22:47:03-kor itt hagyja el a földfelszínt, Buenos Aires közelében.

A Nap–Hold páros a Bak csillagkép északkeleti csücskében tartózkodik, a Vízöntő által körülvelt részen, a Hold leszálló csomópontja közelében. A Nap látszó mérete az átlagosnál kissé nagyobb, átmérője 32,38'. A Hold négy napja volt földtávolban, így látszó mérete kisebb az átlagosnál: 29,98'. A kettő különbsége 2,4', vagyis ha látni lehetne a Földről, akkor egy vastag, hosszú gyűrűs napfogyatkozást észlelhetnénk.

Ez a fogyatkozás a 150-es Szárosz-sorozat 17. napfogyatkozása a 71-ből.

Kezdődik a Mars-szezon!

A vörös bolygó a 2018-as évben oppozíciós ciklusának legkedvezőbb szembenállásába kerül. A perihéliumi nagy Mars-oppozíció hatalmas és fényes Mars-koronggal kecsegtet. Az idei láthatóság kiváló alkalmat fog adni a déli pólussapka zsugorodásának megfigyelésére. A láthatóság során a bolygó látszó átmérője februárban lépi át a 6"-es határt, ahonnan kezdve közepes és nagy távcsövekkel már részletes és értékes megfigyeléseket végezhetünk. Hónap közepén az 1,0 magnitúdós, 0,9 fázisú bolygót hajnalban figyelhetjük meg, egy órával napkelte előtt már 20 fokos horizont feletti magasságba kerül. $LS = 130^\circ$ -nál az északi féltekén nyár közepe, a délin tél közepe van. Az északi pólussapka apró, a déli poláris csuklya kiterjednek látszik. A felhőképződés intenzív, orografikus és topografikus felhők, peremködők gyakoriak lehetnek.

Üstökösök

185P/Petrew. Ebben a hónapban éppen olyan gyorsan halványodik, ahogyan januárban erőre kapott, fényessége 11–12,5 magnitúdó között csökken, miközben nap- és földtávolsága is növekszik. A naponta 1,25 fokot megtévő üstököst az esti égen kell keresni a Pisces, a Cet, majd ismét a Pisces csillagképben. A diffúz égitest azonosítását a hónap első estjén a tőle 12 ípperccel északnyugatra látszó 5,5 magnitúdós 20 Aquarii segítheti, 9-én háromnegyed fokkal délre lesz a 6,2 magnitúdós 10 Cetitől, a következő két napon az 5,9 magnitúdós 14 Ceti mellett halad el, 16-án 25 ípperccel nyugatra kereshetjük a 6,1 magnitúdós 26 Cetitől. Nagyobb látómezővel érdekes fotótéma lehet 20-án és 21-én este 1 fokon belüli együttállása az NGC 533 galaxiscsoporttal.

C/2016 M1 (PANSTARRS). A csillagoknál kicsit diffúzabb és elnyúlt üstökösként fedezték fel a Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) operátorai a Hawaii-szigeteken felállított 1,8 méteres távcső 2016. június 22-i felvételein. A 19,7 magnitúdós égitest ekkor még 7,7 CSE-re járt a Naptól, több mint két évre viszonylag közeli, 2,211 CSE-s napközelpontjától. A korai felfedezés nagy abszolút fényességet sejtetett, ráadásul a 32 ezer éves keringési idejű vándor nem először jár a Nap közelében, így fényesedése várhatóan nem torpan meg kisebb naptávolságban sem. Bolygónkhoz viszonyított helyzete is kedvezően alakul, augusztus 10-i napközelsége előtt két hónappal kerül szembenállásba, így fényessége elérheti a 9 magnitúdót. Az egyetlen kedvezőtlen momentum, hogy június végére túlságosan délre kerül ahhoz, hogy hazánkból megfigyelhető lehessen, de addig folyamatosan követhetjük fényesedését.

C/2016 M1 (PANSTARRS)

| Dátum | RA (h m s) | D ($^\circ$, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E ($^\circ$) | m_v (m) |
|--------|------------|----------------------|----------------|---------|----------------|-----------|
| 02.01. | 18 48 03 | +04 08 43 | 3,779 | 3,068 | 38 | 12,8 |
| 02.06. | 18 52 50 | +03 35 29 | 3,711 | 3,032 | 41 | 12,7 |
| 02.11. | 18 57 32 | +03 03 05 | 3,638 | 2,996 | 43 | 12,6 |
| 02.16. | 19 02 08 | +02 31 16 | 3,561 | 2,960 | 46 | 12,5 |
| 02.21. | 19 06 37 | +01 59 44 | 3,479 | 2,925 | 49 | 12,4 |

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 02.26. | 19 10 57 | +01 28 08 | 3,393 | 2,890 | 52 | 12,3 |
| 03.03. | 19 15 09 | +00 56 05 | 3,303 | 2,855 | 55 | 12,2 |
| 03.08. | 19 19 09 | +00 23 11 | 3,209 | 2,821 | 59 | 12,0 |
| 03.13. | 19 22 58 | -00 11 00 | 3,112 | 2,788 | 62 | 11,9 |
| 03.18. | 19 26 32 | -00 46 59 | 3,011 | 2,755 | 66 | 11,8 |
| 03.23. | 19 29 51 | -01 25 21 | 2,908 | 2,723 | 70 | 11,7 |
| 03.28. | 19 32 53 | -02 06 48 | 2,801 | 2,691 | 73 | 11,5 |
| 04.02. | 19 35 35 | -02 52 04 | 2,693 | 2,660 | 77 | 11,4 |
| 04.07. | 19 37 54 | -03 42 02 | 2,583 | 2,630 | 82 | 11,3 |
| 04.12. | 19 39 49 | -04 37 38 | 2,471 | 2,600 | 86 | 11,1 |
| 04.17. | 19 41 14 | -05 40 03 | 2,359 | 2,572 | 91 | 11,0 |
| 04.22. | 19 42 06 | -06 50 35 | 2,247 | 2,544 | 95 | 10,8 |
| 04.27. | 19 42 20 | -08 10 42 | 2,136 | 2,516 | 100 | 10,7 |
| 05.02. | 19 41 51 | -09 42 03 | 2,026 | 2,490 | 105 | 10,5 |
| 05.07. | 19 40 32 | -11 26 25 | 1,918 | 2,465 | 111 | 10,3 |
| 05.12. | 19 38 14 | -13 25 43 | 1,815 | 2,440 | 117 | 10,2 |
| 05.17. | 19 34 49 | -15 41 50 | 1,716 | 2,417 | 123 | 10,0 |
| 05.22. | 19 30 04 | -18 16 25 | 1,623 | 2,395 | 129 | 9,8 |
| 05.27. | 19 23 48 | -21 10 33 | 1,538 | 2,373 | 136 | 9,7 |
| 06.01. | 19 15 46 | -24 24 14 | 1,463 | 2,353 | 143 | 9,5 |
| 06.06. | 19 05 43 | -27 55 50 | 1,400 | 2,334 | 150 | 9,4 |
| 06.11. | 18 53 23 | -31 41 28 | 1,349 | 2,317 | 157 | 9,3 |
| 06.16. | 18 38 34 | -35 34 32 | 1,313 | 2,300 | 162 | 9,2 |
| 06.21. | 18 21 09 | -39 26 07 | 1,293 | 2,285 | 163 | 9,1 |
| 06.26. | 18 01 15 | -43 06 00 | 1,289 | 2,271 | 160 | 9,1 |

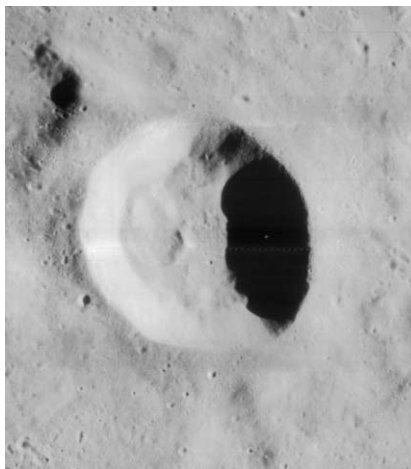
A számítások szerint 13 és 12,5 magnitúdó között fényesedő üstököszt a hajnali égen, a nyári Tejút sávja előtt kell keresni a Serpens, majd az Aquila csillagképekben. A lassan délkelet felé haladó, 3,78 és 3,34 CSE között csökkenő földtávolságú üstökös égi helyzete ellenére eleinte kevésbé izgalmas területen halad, 11-én hajnalban átszeli a Tejút fősíkját, amikor fél fokkal északra kereshetjük az 5,6 magnitúdós 64 Serpentistól. A hónap második felében viszont több érdekes együttállása lesz, 16-án hajnalban 20 ívperccel északra láthatjuk a különleges alakú Sh 2-71 planetáris ködtől, a következő két napon az Sh 2-72 diffúz köd előtt fotózhatjuk, 19-én és 20-án pedig 20'-nél közelebb látszik az NGC 6749 gömbhalmazhoz. A hónap utolsó három hajnalán egy másik gömbhalmaztól, a 9 magnitúdós NGC 6760-tól fél fokon belül fog látszani.

C/2016 R2 (PANSTARRS). A május 9-i napközelsége ($q = 2,602$ CSE) felé közeledő, 12-12,5 magnitúdós üstökös ebben a hónapban éri el nyugati stacionárius pontját a Taurus csillagképben, néhány fokkal keletre a Fiastyúktól. Közvetlen azonosítását csak a hónap első estéjén segíti fényesebb csillag, a 6,1 magnitúdós 33 Tauri, amelytől 38 ívpercre keletre kell keresnünk. Később a Plejádokat körülölelő molekulafelhők előtt halad, a hónap végére pedig eléri a Taurus és a Perseus határát. A hónap során földtávolsága 2,29 és 2,60 CSE között növekszik.

C/2017 O1 (ASASSN). A Naptól és bolygónktól is távolodó üstökös fényessége 12–13 magnitúdó között csökken, miközben az Ursa Minor és a Camelopardalis csillagképekben halad délkelet felé. Helyzetéből adódóan az éjszaka bármely szakában megfigyelhető, 6-án este 16'-cel nyugatra, másnap pedig 14'-cel délre lesz az 5,1 magnitúdós HD 30338-tól, 13-án este pedig 21 ívperccel északkeletre látható az 5,1 magnitúdós HD 33564-től.

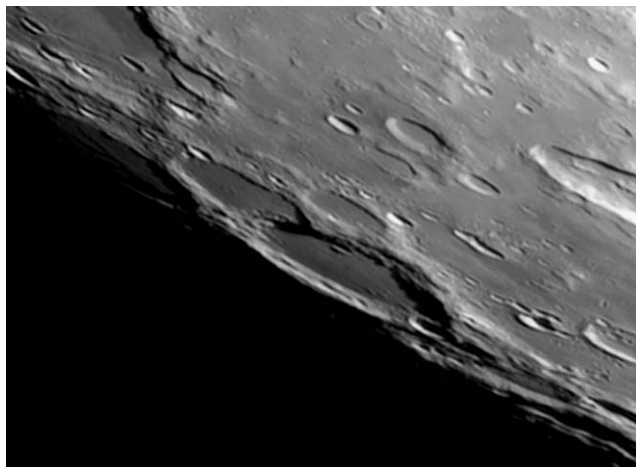
A Foucault-kráter

A Sinus Iridumtól északnyugatra, a Mare Frigoris nyugati peremén találjuk ezt a kevésbé feltűnő, 23 kilométer átmérőjű és 2100 méter mélységű krátert. Holdrajzi koordinátái: 50,4° északi szélesség és 39,7° nyugati hosszúság, amely adatokból kikövetkeztethető, hogy a kráterünk a holdperemhez való közelsége miatt elliptikus alakú. A felületes szemlélő a Foucault-kráteren sok megfigyelnivalót nem talál, még nagyobb amatőrműszerekkel sem. Ez nemcsak a ferde rálátás miatt van így, hanem azért, mert ez a kráter első pillantásra valóban kevés érdekesebb részletet mutat, morfológiája viszonylag egyszerű. A Lunar Orbiter-4 által készített felvételen azonban érdekes részletek láthatók. Ez a kráter már nem csak egyszerű gödörkráter, hanem átmenetet képez az előbb említett és a komplex becsapódásos kráterek között. Ezt az átmeneti krátertipust Chuck Wood amerikai holdkutató Triesnecker típusúnak nevezi, a kráterfajta legjellegzetesebb példánya után. Legfeltűnőbb tulajdonsága, ami a Lunar Orbiter felvételén egyértelműen szembetűnik, és amit innen a Földről egy közepes műszerben nagy nagyítást használva szintén láthatunk, hogy a kráter alakja nem szabályos kör, hanem sokszög.



A Foucault-kráter a Lunar Orbiter-4 felvételén

Nagyjából 20 kilométeres átmérőtől fölfelé a becsapódáskor keletkező kráter oldalfala nem tud ellenállni a gravitációnak, így csuszamlások keletkeznek, aminek következtében a kráter kissé kiszélesedik, és sokszög alakot vesz fel, a lezúduló törmelék pedig halmokba rendeződik a viszonylag egyenletes krátertalajon. Ezek a törmelékhalomok szépen láthatók a Foucault esetében is. A Triesnecker típusú krátereknél jelenik meg a központi csúcs is, amely sok esetben alig magasabb, mint a sáncfalakról lezúduló törmelékhalomok. A Foucault központi csúcsa apró, alakja háromszög. Nagyon érdekes a kráter szűkebb környezete. Közvetlenül a nyugati sáncfaltól indul egy nagyjából észak-déli irányú, negyven kilométer hosszúságú alacsony hegyvonulat. Körülbelül húsz kilométerrel északra egy másik egyenes hegyvonulatot találunk, ami a közeli Harpalus-kráter északi felére mutat. Vigyáznunk kell, mert a Harpalus csodálatos komplex kráter, könnyen elvonhatja figyelmünket a Foucault-ról.



A nagy cipőnyomra emlékeztető Nasmyth–Phocylides párosa Bajmóczy György webkamerás felvételén. A Phocylides-kráter a cipő talpa, míg a Nasmyth a cipő sarka.

A Phocylides-kráter

Két-három nappal telehold előtt, a terminátor délnyugati vonalához közel egy gigantikus lábnyomot fedezhetünk fel. Ez a különleges, két jókora méretű kráterből álló alakzat tényleg úgy néz ki, mintha valaki egy klasszikus fazonú, kissé magasított sarkú, sima talpú bőrcipővel lépett volna a sárba, és hagyta volna ott a lábnyomát. A sarok-rész a 78 kilométeres Nasmyth, a talprész pedig a 115 kilométeres Phocylides. Ez az alakzat egy rendkívül látványos krátercsoport legdélebbi és egyben a második legnagyobb tagja. A csoport tagjai északról déli irányba haladva a következők: Schickard, Wargentín, Nasmyth és a Phocylides. A Schickard a maga 227 kilométeres átmérőjével a Hold legnagyobb krátere közé tartozik. Talaja konvex és viszonylag sima, csak néhány kisebb másodlagos krátert találunk a nyugati részen, ugyanakkor nagyon szép árnyalatbeli különbségeket fedezhetünk fel benne. A világosabb részeket a közeli Orientalis-medence kidobott törmeléktakarójának, a sötétebb részeket pedig a kráteren belüli lávafolyásoknak gondolják. A Schickardtól kissé délnyugatra, a Nasmyth-kráterhez délről csatlakozva találjuk a Wargentint, a Hold egyik legkülönlegesebb kráterét. Ez a 85 kilométeres kráter ugyanis színültig telt lávával és Orientale-törmelékkel. Sáncfalaiból csak a déli részen maradt meg egy kevés. A kráter talaján csirkelábhhoz hasonló csoportba rendeződött, alacsony hegyhátakat figyelhetünk meg. A sorban a következő kráter a Nasmyth, amelyet a fentebb említett cipő talpának nevezünk. A Nasmyth mintegy két kilométerrel fekszik magasabban, mint a Phocylides és egy kilométerrel alacsonyabban, mint a Wargentín. A sáncfalak alacsonyak, a kráter átlagos mélysége mindössze 1,1 kilométer. Alacsony napállásnál a nyugati belső sánc teraszainak a nyomait láthatjuk, akár már egy szerényebb távcsővel is.

A Phocylides, bár jóval nagyobb méretű, ugyanakkor fiatalabb, mint a Nasmyth. Ez nem is szorul külön magyarázatra, mert láthatjuk, hogy annak déli szélét el is pusztította, megcsonkította – innen a lábnyomforma. A Phocylides sáncfala viszonylag ép, teraszos szerkezete kiválóan megfigyelhető. Két nagyobb másodlagos krátert találunk a Phocylidesben. A 28 kilométeres F jelű kráter a déli sáncfalat szakítja meg, a 17 kilométeres N-kráter pedig a sima és egyenletes krátertalaj északkeleti szélén találjuk. A Phocylides keleti sánca egészen különös, túlzás nélkül kaotikus megjelenésű. Ezt a területet nagy valószínűséggel az Orientale-medence keletkezésekor kirepült, majd visszahullott törmelék formálta ilyenné. A Phocylidestől és a Nasmyth-től keletre fekszik a 46 kilométeres Phocylides C-kráter. Csoda, hogy ez a kráter még nem kapott önálló nevet. Ennek oka valószínűleg a peremhez való közelségével magyarázható. A tizenkét napos holdkorongon érdekes jelenséget figyelhetünk meg: van egy olyan pillanat, amikor a Nasmyth, minthogy 2 kilométerrel magasabb, már napfényben fürdik, ugyanakkor a Phocylides még koromfekete árnyékban van.

A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum | | UT | | | J | Csillag ZC/SAO | m | Hold | | Pozíció | | Korrekcio | | | |
|-------|-----|----|----|----|----|-------------------|-----|-------|---|---------|-----|-----------|-----|------|------|
| hó | nap | h | m | s | | | | fázis | h | CA | PA | A | B | | |
| 2 | 1 | 0 | 20 | 19 | ki | 1385 | 6,6 | 100 | – | 56 | 59 | É | 321 | +1,0 | –2,1 |
| 2 | 2 | 0 | 15 | 8 | ki | 1510 | 7,7 | 97 | – | 54 | 57 | D | 255 | +2,0 | +0,7 |
| 2 | 2 | 2 | 54 | 26 | ki | 99111 | 7,5 | 97 | – | 42 | 56 | É | 322 | +0,6 | –2,2 |
| 2 | 3 | 3 | 1 | 15 | ki | 1645 | 6,7 | 91 | – | 43 | 82 | É | 298 | +1,2 | –1,5 |
| 2 | 3 | 3 | 49 | 42 | ki | 1648 | 6,9 | 91 | – | 37 | 48 | É | 332 | +0,6 | –2,4 |
| 2 | 4 | 2 | 7 | 18 | ki | 1758 | 6,9 | 84 | – | 45 | 44 | É | 336 | +0,9 | –2,0 |
| 2 | 4 | 5 | 2 | 58 | ki | 1767 | 7,6 | 83 | – | 30 | 79 | É | 301 | +0,9 | –1,8 |
| 2 | 7 | 4 | 59 | 29 | ki | 158801 | 8,0 | 54 | – | 31 | 87 | É | 290 | +1,7 | –0,8 |
| 2 | 8 | 3 | 28 | 44 | be | 2223 | 3,9 | 45 | – | 24 | –60 | D | 134 | +1,1 | –0,3 |
| 2 | 8 | 4 | 46 | 0 | ki | 2223 | 3,9 | 45 | – | 28 | 77 | D | 270 | +2,0 | +0,2 |
| 2 | 9 | 2 | 54 | 54 | ki | 2352 | 7,0 | 36 | – | 14 | 15 | É | 355 | –0,6 | –2,7 |
| 2 | 12 | 5 | 55 | 10 | ki | 2757 | 5,0 | 12 | – | 15 | 46 | É | 310 | +1,1 | +0,1 |
| 2 | 18 | 17 | 46 | 40 | be | 128661 | 6,6 | 8 | + | 11 | 67 | É | 51 | +0,3 | –0,2 |
| 2 | 19 | 17 | 42 | 39 | be | X 32772 | 9,1 | 14 | + | 22 | 80 | É | 62 | +0,7 | –0,5 |
| 2 | 19 | 17 | 43 | 11 | be | 150 | 6,1 | 14 | + | 22 | 80 | É | 62 | +0,7 | –0,5 |
| 2 | 21 | 17 | 29 | 17 | be | 405 | 4,3 | 32 | + | 44 | 49 | É | 34 | +1,1 | +1,3 |
| 2 | 21 | 18 | 28 | 45 | ki | 405 | 4,3 | 32 | + | 36 | –59 | É | 286 | +1,2 | –2,0 |
| 2 | 22 | 12 | 17 | 11 | be | 508 | 4,1 | 41 | + | 31 | 84 | É | 71 | +0,6 | +1,7 |
| 2 | 22 | 13 | 24 | 26 | ki | 508 | 4,1 | 42 | + | 42 | –79 | D | 246 | +1,0 | +1,7 |
| 2 | 22 | 17 | 32 | 21 | be | 526 | 6,7 | 43 | + | 53 | 49 | É | 37 | +1,3 | +1,5 |
| 2 | 22 | 18 | 19 | 40 | be | 93548 | 7,9 | 43 | + | 47 | 22 | D | 146 | +2,0 | –6,9 |
| 2 | 23 | 13 | 9 | 39 | be | 667 | 5,0 | 53 | + | 34 | 48 | É | 39 | +0,2 | +2,4 |
| 2 | 23 | 13 | 10 | 49 | be | 669 | 3,8 | 53 | + | 34 | 36 | D | 135 | +1,6 | –0,4 |
| 2 | 23 | 13 | 41 | 15 | ki | 669 | 3,8 | 53 | + | 39 | –19 | D | 190 | –0,3 | +4,0 |

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekció | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 2 23 | 14 | 4 | 6 | be | 677 4,8 | 53 + | 42 | 61 D | 110 | +1,4 | +0,6 |
| 2 23 | 17 | 15 | 4 | be | 692 0,9 | 54 + | 59 | 39 D | 132 | +2,2 | -2,7 |
| 2 23 | 17 | 58 | 47 | ki | 692 0,9 | 54 + | 57 | -29 D | 200 | +1,2 | +3,3 |
| 2 24 | 15 | 18 | 1 | be | 832 4,3 | 65 + | 46 | 90 D | 86 | +1,1 | +1,2 |
| 2 24 | 16 | 29 | 22 | ki | 832 4,3 | 65 + | 56 | -75 D | 251 | +1,4 | +1,3 |
| 2 24 | 17 | 11 | 48 | be | 94678 7,6 | 66 + | 60 | 89 D | 87 | +1,6 | +0,5 |
| 2 24 | 17 | 48 | 39 | be | 94694 7,8 | 66 + | 61 | 60 É | 56 | +1,5 | +1,4 |
| 2 24 | 20 | 53 | 50 | be | 862 7,3 | 67 + | 46 | 76 É | 73 | +1,2 | -0,5 |
| 2 24 | 21 | 6 | 0 | be | 863 6,7 | 67 + | 44 | 78 É | 75 | +1,2 | -0,7 |
| 2 24 | 21 | 46 | 59 | be | 94814 7,7 | 67 + | 38 | 69 D | 107 | +0,7 | -1,8 |
| 2 24 | 22 | 23 | 21 | be | 871 6,7 | 67 + | 32 | 35 D | 142 | +0,1 | -3,2 |
| 2 24 | 22 | 32 | 5 | be | 94839 7,5 | 67 + | 30 | 59 D | 118 | +0,4 | -2,1 |
| 2 24 | 22 | 37 | 55 | be | 94840 7,7 | 67 + | 30 | 75 D | 102 | +0,4 | -1,7 |
| 2 25 | 18 | 36 | 35 | be | 1025 7,3 | 77 + | 62 | 78 É | 80 | +1,6 | +0,6 |
| 2 28 | 17 | 56 | 46 | be | 1434 5,4 | 98 + | 31 | 82 É | 102 | +0,7 | +1,0 |

Évfordulók

50 éve hunyt el Cuno Hoffmeister



Cuno Hoffmeister (1892. február 2., Sonneberg – 1968. január 28., Sonneberg), a változócsillagok kutatásának kiemelkedő alakja játékgyáros iparos családban született. Korán megmutatkozott csillagászati érdeklődését apja műszaki ismereteivel is támogatta. Sajat alapítású sonnebergi obszervatóriumát először a házuknál, majd az Erbsbühl hegyen működtette, és ez az intézmény 1925-től az államilag támogatott tudományos műhelyek közé tagozódott. Hoffmeister kezdettől fogva igazgatta az obszervatóriumot, de csak két évvel később, 1927-ben szerzett diplomát Jénában.

1928-tól kezdték meg a fotografikus munkát az obszervatóriumban, ami az egyik legnagyobb lemezarchívumhoz vezetett. Hoffmeister 9646 változócsillagot fedezett föl a lemezanyagon, ez legalább a fele az akkoriban katalógizált változócsillagoknak. A változócsillagokkal foglalkozó *Veränderliche Sterne* című monográ-

fiája – amelyet két munkatársával, Wolfgang Wenzellel és Gerold Richterrel együtt írt – évtizedeken át a szakterülettel foglalkozók kézikönyve volt. Számos kisbolygót is talált – ezek közül a (4183) Cuno a nevét viseli. Ugyancsak róla nevezték el az (1726) Hoffmeister kisbolygót, illetve felfedezője volt a C/1959 01 (Bester–Hoffmeister) üstökösnek.

150 éve hunyt el Jean Bernard Léon Foucault

Foucault (1819. szeptember 18., Párizs – 1868. február 11., Párizs) a 19. század egyik legjelentősebb fizikusa volt. Könyvkereskedő családban született, és orvosi egyetemi tanulmányokat kezdett, ám az orvosi fizika megismerésének hatására végül fizikusként végzett. Egyik első jelentős munkája Hippolyte Fizeau-val közösen a Nap dagerrotípiájának elkészítése volt, amelyen kimutatták a Nap peremsötétedését, és azt, hogy ebből következően a fotoszféra gáznemű. (François Arago korábbi, szélsőtétedést nem mutató fotometriai mérése alapján még tartotta magát az elmélet a szilárd Napról.)

1850-ben szintén Arago ihletésére egy interferenciakísérlettel mutatta ki, hogy a fény lassabban terjed erősen törő közegben (vízben), mint levegőben vagy vákuumban. 1851-ben a Pantheonban mutatta be híres ingakísérletét. Bár a Föld forgásában a 19. században már senki sem kételkedett, tudományos értelemben ez volt a Föld forgásának első közvetlen és egyértelmű kísérleti bizonyítéka.

1855-ben Urbain Le Verrier hívta meg Foucault-t a Párizsi Observatórium fizikusának. Itt dolgozta ki az üvegből készült távcsőtükrök ezüstözésének eljárását, és a felület minőségét mérő késéltesztet. Ez két komoly eszköz volt a változó minőségű réztükrök által uralt csillagászati távcsövek világában, és komoly áttörést jelentett a tükrös távcsövek térhódítása felé. Foucault maga is tervezett több tükrös műszert, főleg francia obszervatóriumok számára. Kései éveiben Foucault visszatért a fénysebesség pontos méréséhez, amit 3%-kal kisebbnek mért, mint az akkor elfogadott standard. Ezzel a méréssel a Föld–Nap-távolság akkor elfogadott értékét is csökkentette 3%-kal.

Számos tudományos akadémia választotta tagjai közé.



400 éve született Johannes Holwarda

Johannes Phocylides Holwarda (1618. február 19., Holwarden – 1651. január 22., Franeker) németalföldi tudós orvosnak tanult, és egész életében praktizált. Filozófiai és csillagászati képesítést is szerzett egyetemi tanulmányai alatt. Filozófiai munkássá-



gának legfontosabb munkája a kepleri világkép és az atomizmus szintézisének kísérlete (Dissertatio astronomica). Mint észlelő csillagász, újra fölfedezte a Mira Ceti fényváltozását (amiről David Fabricius 1596-os és 1609-es megfigyeléseit követően megfedkeztek), és a csillag periódusát 11 hónapban állapította meg.

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 4 | 5: 2,8 | Io | fk |
| 5 | 2:20,0 | Io | ák |
| | 3:33,9 | Io | ek |
| | 4:29,9 | Io | áv |
| 6 | 2: 0,7 | Europa | ák |
| | 2:54,5 | Io | mv |
| | 4:16,2 | Europa | áv |
| | 4:28,1 | Europa | ek |
| 10 | 2:46,2 | Ganymedes | ek |
| | 4:11,7 | Ganymedes | ev |
| 12 | 4:13,4 | Io | ák |
| 13 | 1:23,7 | Io | fk |
| | 4:33,6 | Europa | ák |
| | 4:47,5 | Io | mv |
| | 23:56,0 | Io | ek |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 14 | 0:51,6 | Io | áv |
| | 2: 4,9 | Io | ev |
| 15 | 1:43,4 | Europa | fv |
| | 2: 0,0 | Europa | mk |
| | 4:12,8 | Europa | mv |
| 17 | 1:31,5 | Ganymedes | ák |
| | 3:19,6 | Ganymedes | áv |
| 20 | 3:16,6 | Io | fk |
| 21 | 0:35,1 | Io | ák |
| | 1:48,6 | Io | ek |
| | 2:45,0 | Io | áv |
| | 3:57,4 | Io | ev |
| 22 | 1: 7,5 | Io | mv |
| | 2: 1,3 | Europa | fk |
| | 4:18,9 | Europa | fv |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 22 | 4:33,7 | Europa | mk |
| 24 | 0:59,1 | Europa | ev |
| 28 | 0:42,3 | Ganymedes | mk |
| | 2: 1,4 | Ganymedes | mv |
| | 2:28,5 | Io | ák |
| | 3:40,2 | Io | ek |
| | 4:38,3 | Io | áv |
| | 23:37,6 | Io | fk |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

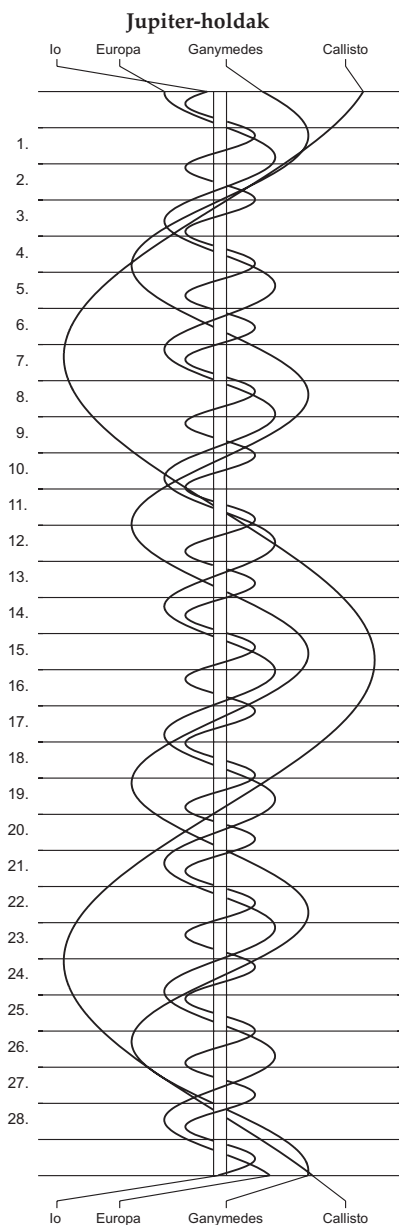
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

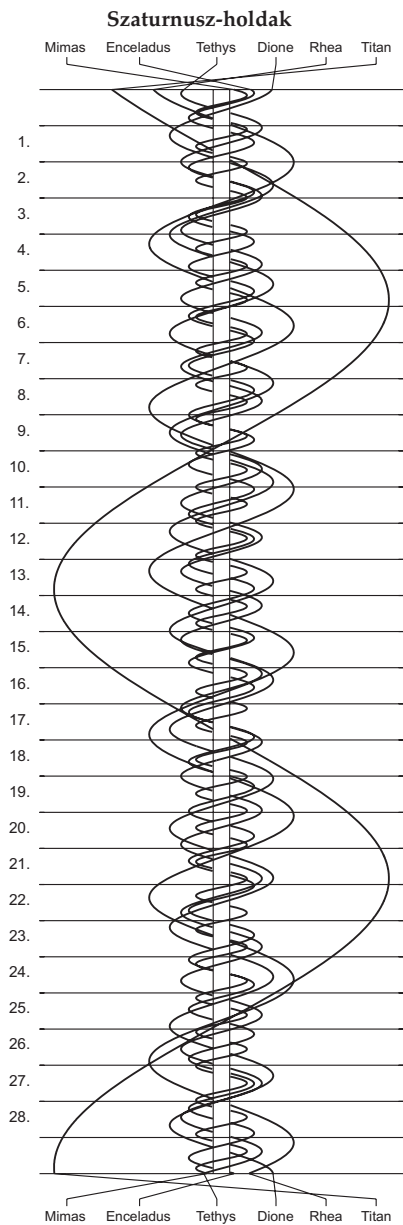
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – március**

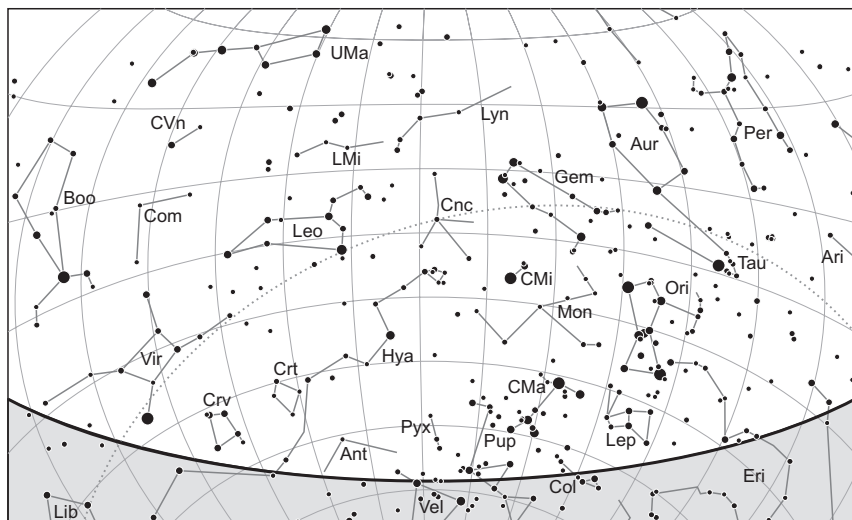
KÖZEI

| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis |
|------------|------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|---------|
| | kel | delel | nyugszik | h_d | E_t | kel | delel | nyugszik | |
| | h m | h m | h m | ° | m | h m | h m | h m | h m |
| 1. cs 60. | 6 24 | 11 56 | 17 29 | 35,0 | -12,4 | 16 51 | 23 55 | 6 14 | ○ 1 51 |
| 2. p 61. | 6 22 | 11 56 | 17 30 | 35,4 | -12,2 | 18 06 | – | 6 47 | |
| 3. sz 62. | 6 20 | 11 56 | 17 32 | 35,8 | -12,0 | 19 20 | 0 48 | 7 17 | |
| 4. v 63. | 6 19 | 11 55 | 17 33 | 36,1 | -11,8 | 20 31 | 1 38 | 7 45 | |
| 10. hét | | | | | | | | | |
| 5. h 64. | 6 17 | 11 55 | 17 35 | 36,5 | -11,6 | 21 39 | 2 27 | 8 13 | ● 12 20 |
| 6. k 65. | 6 15 | 11 55 | 17 36 | 36,9 | -11,4 | 22 45 | 3 14 | 8 40 | |
| 7. sz 66. | 6 13 | 11 55 | 17 38 | 37,3 | -11,1 | 23 48 | 4 01 | 9 10 | |
| 8. cs 67. | 6 11 | 11 54 | 17 39 | 37,7 | -10,9 | – | 4 48 | 9 42 | |
| 9. p 68. | 6 09 | 11 54 | 17 40 | 38,1 | -10,6 | 0 49 | 5 35 | 10 18 | |
| 10. sz 69. | 6 07 | 11 54 | 17 42 | 38,5 | -10,4 | 1 45 | 6 23 | 10 59 | |
| 11. v 70. | 6 05 | 11 54 | 17 43 | 38,9 | -10,1 | 2 36 | 7 11 | 11 45 | |
| 11. hét | | | | | | | | | |
| 12. h 71. | 6 03 | 11 53 | 17 45 | 39,3 | -9,9 | 3 23 | 7 59 | 12 37 | ● 14 11 |
| 13. k 72. | 6 01 | 11 53 | 17 46 | 39,7 | -9,6 | 4 04 | 8 47 | 13 33 | |
| 14. sz 73. | 5 59 | 11 53 | 17 48 | 40,1 | -9,3 | 4 40 | 9 34 | 14 33 | |
| 15. cs 74. | 5 57 | 11 53 | 17 49 | 40,5 | -9,0 | 5 12 | 10 21 | 15 36 | |
| 16. p 75. | 5 55 | 11 52 | 17 51 | 40,9 | -8,8 | 5 42 | 11 07 | 16 41 | |
| 17. sz 76. | 5 53 | 11 52 | 17 52 | 41,2 | -8,5 | 6 09 | 11 53 | 17 47 | |
| 18. v 77. | 5 51 | 11 52 | 17 53 | 41,6 | -8,2 | 6 35 | 12 40 | 18 55 | |
| 12. hét | | | | | | | | | |
| 19. h 78. | 5 49 | 11 51 | 17 55 | 42,0 | -7,9 | 7 01 | 13 27 | 20 05 | ● 16 35 |
| 20. k 79. | 5 47 | 11 51 | 17 56 | 42,4 | -7,6 | 7 29 | 14 16 | 21 15 | |
| 21. sz 80. | 5 45 | 11 51 | 17 58 | 42,8 | -7,3 | 8 00 | 15 08 | 22 27 | |
| 22. cs 81. | 5 43 | 11 51 | 17 59 | 43,2 | -7,0 | 8 35 | 16 01 | 23 37 | |
| 23. p 82. | 5 41 | 11 50 | 18 01 | 43,6 | -6,7 | 9 16 | 16 57 | – | |
| 24. sz 83. | 5 39 | 11 50 | 18 02 | 44,0 | -6,4 | 10 05 | 17 55 | 0 45 | |
| 25. v 84. | 5 37 | 11 50 | 18 03 | 44,4 | -6,1 | 11 02 | 18 54 | 1 48 | |
| 13. hét | | | | | | | | | |
| 26. h 85. | 5 35 | 11 49 | 18 05 | 44,8 | -5,8 | 12 07 | 19 52 | 2 43 | ○ 13 37 |
| 27. k 86. | 5 33 | 11 49 | 18 06 | 45,2 | -5,5 | 13 17 | 20 49 | 3 30 | |
| 28. sz 87. | 5 31 | 11 49 | 18 08 | 45,6 | -5,2 | 14 30 | 21 44 | 4 11 | |
| 29. cs 88. | 5 29 | 11 48 | 18 09 | 46,0 | -4,9 | 15 44 | 22 36 | 4 45 | |
| 30. p 89. | 5 27 | 11 48 | 18 11 | 46,4 | -4,6 | 16 57 | 23 26 | 5 16 | |
| 31. sz 90. | 5 25 | 11 48 | 18 12 | 46,7 | -4,3 | 18 09 | – | 5 44 | |

A nyári időszámítás kezdete március 25-én 2h KÖZEI-kor. A nyári időszámítás alatt – dőlt betűvel szedve – a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

március

| nap | Julían dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|---------------------------------------|---|---|
| 1. | 2 458 179 | 10 35 00 | Albin, Dávid |
| 2. | 2 458 180 | 10 38 57 | Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly |
| 3. | 2 458 181 | 10 42 54 | Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár |
| 4. | 2 458 182 | 10 46 50 | Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán |
| 5. | 2 458 183 | 10 50 47 | Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia |
| 6. | 2 458 184 | 10 54 43 | Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira |
| 7. | 2 458 185 | 10 58 40 | Tamás |
| 8. | 2 458 186 | 11 02 36 | Zoltán, Apollónia, Beáta, János |
| 9. | 2 458 187 | 11 06 33 | Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka |
| 10. | 2 458 188 | 11 10 29 | Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta |
| 11. | 2 458 189 | 11 14 26 | Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Tímea |
| 12. | 2 458 190 | 11 18 23 | Gergely, Gergő, György |
| 13. | 2 458 191 | 11 22 19 | Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán |
| 14. | 2 458 192 | 11 26 16 | Matild |
| 15. | 2 458 193 | 11 30 12 | <i>Nemzeti ünnep</i> ; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia |
| 16. | 2 458 194 | 11 34 09 | Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin |
| 17. | 2 458 195 | 11 38 05 | Gertrúd, Patrik, József |
| 18. | 2 458 196 | 11 42 02 | Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz |
| 19. | 2 458 197 | 11 45 58 | József, Bánk |
| 20. | 2 458 198 | 11 49 55 | Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma |
| 21. | 2 458 199 | 11 53 52 | Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett |
| 22. | 2 458 200 | 11 57 48 | Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia |
| 23. | 2 458 201 | 12 01 45 | Emőke, Ottó |
| 24. | 2 458 202 | 12 05 41 | Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin |
| 25. | 2 458 203 | 12 09 38 | Irén, Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária |
| 26. | 2 458 204 | 12 13 34 | Emánuel, Dusán, Leonóra |
| 27. | 2 458 205 | 12 17 31 | Hajnalka, Augusztá, Augusztina, János, Lídia |
| 28. | 2 458 206 | 12 21 27 | Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja |
| 29. | 2 458 207 | 12 25 24 | Augusztá, Augusztina |
| 30. | 2 458 208 | 12 29 21 | Zalán |
| 31. | 2 458 209 | 12 33 17 | Árpád, Ákos, Benjámin, Johanna, Kornélia |



A déli égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap nagyobb részében jól látható napnyugta után a nyugati ég alján. 1-jén bő háromnegyed órával a Nap után nyugszik, és ez az érték gyorsan nő. 15-én van legnagyobb keleti kitérésben, $18,4^\circ$ -ra a Naptól, ekkor egy és háromnegyed órával nyugszik utána, idei első legjobb esti láthatóságát adva. 20-a után láthatósága rohamosan romlik, az utolsó napokban eltűnik a közeli Nap fényében.

Vénusz: Egyre magasabban ragyog az esti égen, láthatósága fokozatosan javul. A hónap elején egy, a végén egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $10''$ -ről $10,6''$ -re nő, fázisa $0,98$ -ról $0,94$ -ra csökken.

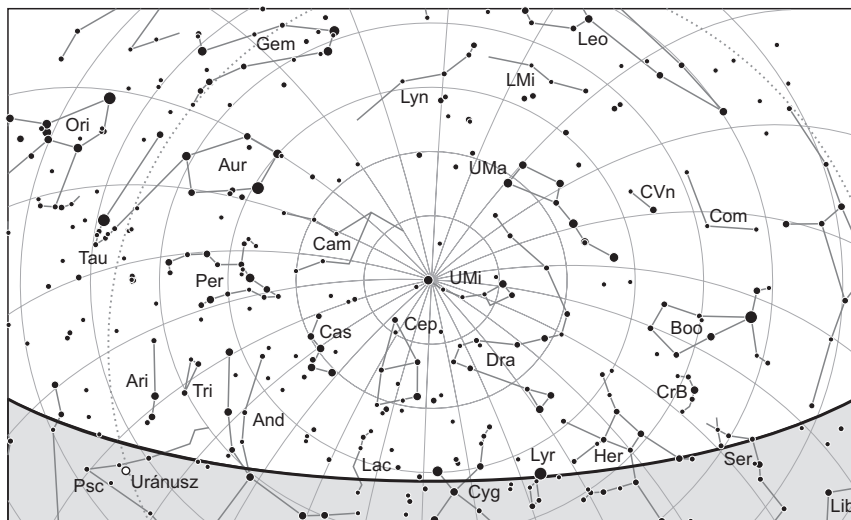
Mars: Előretartó mozgást végez a Kígyótartó, majd 11-étől a Nyilas csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali órákban látható a délkeleti égen. Egyre fényesebben ragyog, fényessége $0,8^m$ -ról $0,3^m$ -ra, látszó átmérője $6,7''$ -ről $8,5''$ -re nő.

Jupiter: A Mérlegben folytatott előretartó mozgása 9-én hátrálóvá válik. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti égen mint ragyogó sárgásfehér fényű égitest. Fényessége $-2,3^m$, átmérője $41''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgása a hónap közepétől lassul, ahogy a Nyilas csillagképben halad. Kora hajnalban kel, hajnalban látható alacsonyan a délkeleti-déli égen. Fényessége $0,5^m$, átmérője $16''$.

Uránusz: A hónap első felében még kereshető sötétedés után, este nyugszik. Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. 20-a után elvész a Nap fényében.

Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 4-én felső együttállásban van a Nappal. Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|---|
| 03.01. | 2:35 | a 98,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1' 49"-cel délre látható a v Leo (5,3 magnitúdós) |
| 03.01. | 18:11 | a (20) Massalia kisbolygó (10,2 magnitúdós) 23'-cel északra látható az M1 szupernóva-maradványtól (8,4 magnitúdós) a Bika csillagképben |
| 03.02. | 0:51 | telehold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 28") |
| 03.02. | 3:41 | a (13) Egeria kisbolygó (11,6 magnitúdós) 12'-cel délnyugatra látható a β^1 Sco-tól (2,6 magnitúdós) |
| 03.03. | 18:14 | a (372) Palma kisbolygó (11,9 magnitúdós) 4'-cel délre látható az NGC 2192 nyílthalmaztól (10,9 magnitúdós) a Szekeres csillagképben |
| 03.04. | 2:25 | a 94,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 29,4'-cel délnyugatra látható a γ Vir (2,7 magnitúdós) |
| 03.04. | 13:54 | a Neptunusz együttállásban a Nappal |
| 03.04. | 17:04 | a Merkúr és a Vénusz 1,1°-os közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben |
| 03.05. | 3:35 | a Hold mögül kilép a 80 Virginis (5,7 magnitúdós, 88%-os, csökkenő holdfázis) |
| 03.06. | 2:41 | a Hold maximális librációja ($l = +5,87^\circ$, $b = -6,70^\circ$, 80,9%-os, csökkenő holdfázis) |
| 03.06. | 3:33 | a (4) Vesta kisbolygó (7,4 magnitúdós) 29'-cel északra látható az NGC 6356 gömbthalmaztól (8,2 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 03.06. | 23:34 | a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, a jelenség vége 2018.03.07, 01:23 UT |
| 03.07. | 4:43 | a Jupiter 3,9°-kal délre látható a 71,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben |
| 03.09. | 11:20 | utolsó negyed (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 29' 42'') |
| 03.10. | 2:09 | a Mars 3,2°-kal délre látható a 44,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Kígyótartó/Nyilas csillagképekben |
| 03.10. | 3:25 | a Marstól 48'-cel délre látható az NGC 6401 gömbhalmaz (7,4 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben |
| 03.11. | 4:35 | a Szaturnusz 1,9°-kal délnyugatra látható a 34,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 03.11. | 9:17 | a Hold földtávolban (404 639 km, látszó átmérő: 29' 32'', 32,3%-os, csökkenő holdfázis) |
| 03.12. | 18:28 | a (7) Iris kisbolygó (9,8 magnitúdós) 8'-cel északra látható a 43 Tau-tól (5,5 magnitúdós) |
| 03.13. | 2:03 | a Hold minimális librációja ($l = -1,55^\circ$, $b = -1,46^\circ$, 18,5%-os, csökkenő holdfázis) |
| 03.13. | 4:12 | a Hold mögül kilép a σ Capricorni (5,3 magnitúdós, 88%-os, csökkenő holdfázis) |
| 03.14. | 3:17 | a (18) Melpomene kisbolygó (10,3 magnitúdós) 22'-cel északkeletre látható az NGC 4261 galaxistól (10,4 magnitúdós) a Szűz csillagképben |
| 03.14. | 9:11 | a Merkúr dichotómiája (18,3°-os keleti elongáció, 7,1'' látszó átmérő) |
| 03.15. | 3:15 | a Marstól 1,1°-kal északra látható az NGC 6469 nyílthalmaz (8,2 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.15. | 15:10 | a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (18,4°, -0,3 magnitúdós, 7,4'' átmérő, 45% fázis, Halak csillagkép) |
| 03.15. | 17:20 | a Merkúr kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 11,6°, -0,2 magnitúdós, fázisa 44% |
| 03.16. | 17:57 | a Merkúrtól 13' 10''-cel délkeletre látható a δ Psc (4,4 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 03.16. | 17:57 | kedvező időpont a Messier-maratonra |
| 03.17. | 13:12 | újhold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 30' 45'') |
| 03.18. | 3:08 | a Marstól 21' 2''-re délre látható a 4 Sgr (4,7 magnitúdós) |
| 03.18. | 17:12 | 28 órás holdsarló 6,3° magasan az esti égen (a Merkúrtól 8,6°-kal, a Vénusztól 5,0°-kal délre) |
| 03.18. | 17:24 | a Merkúr 8,6°-kal, a Vénusz 4,9°-kal északra látható a 1,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Halak/Cet csillagképekben |
| 03.18. | 18:37 | a (7) Iris kisbolygó (9,8 magnitúdós) 34'-cel északra látható Hind változó kódétól (NGC 1555) a Bika csillagképben |
| 03.18. | 18:37 | a (8) Flora kisbolygó (10,2 magnitúdós) 4'-cel keletre látható az ϵ Gem-től (3,1 magnitúdós) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 03.19. | 3:06 | a Marstól 31'-cel északra látható a Trifid-köd, az M20 (6,3 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.20. | 3:04 | a Marstól 56'-cel délre látható a Lagúna-köd, az M8 (5,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.20. | 3:04 | a Marstól 1,0°-kal északra látható az M21 nyílthalmaz (5,9 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.20. | 4:07 | a Hold maximális librációja ($l = -4,94^\circ$, $b = +6,54^\circ$, 7,9%-os, növekvő holdfázis) |
| 03.20. | 16:15 | tavaszi nap-éj egyenlőség |
| 03.21. | 2:15 | a (18) Melpomene kisbolygó oppozícióban (10,2 magnitúdós, Szűz csillagkép) |
| 03.21. | 3:02 | a Marstól 14'-cel északra látható az NGC 6546 nyílthalmaz (8,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.21. | 20:17 | a 20,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5' 5"-cel délre látható az 5 Tau (4,1 magnitúdós) |
| 03.22. | 2:59 | a Marstól 18'-cel délre látható a Cr 367 nyílthalmaz (6,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 03.22. | 2:59 | a Szaturnusztól 1,6°-kal délre látható az M22 gömbhalmaz (5,2 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.22. | 18:44 | a (89) Julia kisbolygó (11,6 magnitúdós) 10'-cel délkeletre látható a 11 Ari-tól (6,0 magnitúdós) |
| 03.22. | 18:50 | a 29,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 10' 19"-cel északra látható a 63 Tau (5,6 magnitúdós) |
| 03.22. | 19:38 | a 29,9%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 11' 26"-cel délre látható a 70 Tau (6,4 magnitúdós) |
| 03.22. | 20:17 | a 30,2%-os, növekvő fázisú Hold látható a Hyadok nyílthalmazban (0,5 magnitúdós) a Bika csillagképben |
| 03.22. | 20:34 | a Hold mögé belép a 75 Tauri (5,0 magnitúdós, 30%-os, növekvő holdfázis) |
| 03.23. | 4:11 | a Marstól 13' 21"-cel délnyugatra látható a 11 Sgr (5,0 magnitúdós) |
| 03.23. | 22:48 | a Hold mögé belép a 119 Tauri (4,3 magnitúdós, 41%-os, növekvő holdfázis) |
| 03.23. | 23:14 | a (135) Hertha kisbolygó (11,9 magnitúdós) 8'-cel délre látható az NGC 4030 galaxistól (10,6 magnitúdós) a Szűz csillagképben |
| 03.23. | 23:20 | a Hold mögé belép a 120 Tauri (5,7 magnitúdós, 42%-os, növekvő holdfázis) |
| 03.24. | 15:35 | első negyed (a Hold az Orion csillagképben, látszó átmérője 32' 16") |
| 03.24. | 18:47 | a (89) Julia kisbolygó (11,6 magnitúdós) 8'-cel délkeletre látható a 16 Ari-tól (6,0 magnitúdós) |
| 03.24. | 21:20 | két Jupiter-hold (Io és Ganymedes) árnyéka látszik a bolygó korongján 23:07 UT-ig |
| 03.26. | 17:26 | a Hold földközelen (369 143 km, látszó átmérő: 32' 22", 73,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 03.27. | 3:22 | a Hold minimális librációja ($l = +0,83^\circ$, $b = +0,49^\circ$, 77,2%-os, növekvő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

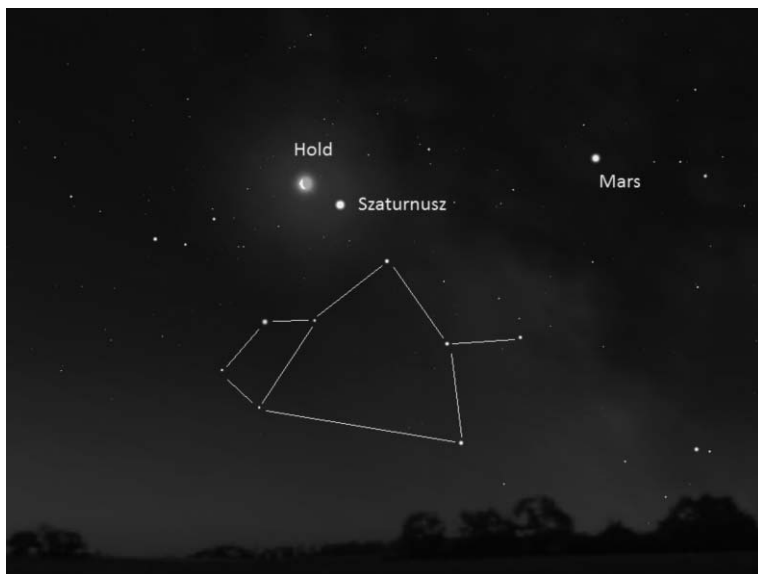
| | | |
|--------|-------|--|
| 03.28. | 0:58 | a Hold mögé belép a 7 Leonis (6,3 magnitúdós, 85%-os, növekvő hold-fázis) |
| 03.28. | 2:46 | a Marstól 1,3°-kal délre látható az M28 gömbhalmaz (6,9 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.28. | 18:16 | a Vénusz és az Uránusz 19,9'-es közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben |
| 03.30. | 2:41 | a Marstól 23,3'-cel északkeletre látható a 23 Sgr (7,0 magnitúdós) |
| 03.30. | 2:41 | a (9) Metis kisbolygó (11,3 magnitúdós) 24'-cel délre látható a Trifid-kódtól (M20, 6,3 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.30. | 18:58 | a (20) Massalia kisbolygó (10,6 magnitúdós) 12'-cel északkeletre látható az η Gem-től (3,3 magnitúdós) |
| 03.31. | 2:38 | a Marstól 5°-cel északra látható az NGC 6642 gömbhalmaz (8,8 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 03.31. | 12:37 | telehold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 31' 34") |
| 03.31. | 18:59 | a (18) Melpomene kisbolygó (10,4 magnitúdós) 11'-cel délnyugatra látható az o Vir-től (4,1 magnitúdós) |

A Merkúr legkedvezőbb esti láthatósága

Február 17-i felső együttállása után belső bolygónk március elejére az esti ég látványos égitestévé válik, dichotómiáját március 14-én éri el. A majdnem telimerkúr március 2-án $-1,3$ magnitúdó fényesség, $5,5''$ -es átmérő és $0,90$ fázis mellett már biztosan megtalálható ($CM = 216^\circ$). Ekkor egy órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor még 9° -kal tartózkodik a horizont fölött. A lassan fogyó bolygó egyre látványosabb, március 15-i dichotómiájakor $-0,2$ magnitúdó fényességű, $7,1''$ átmérőjű és $0,49$ fázisú ($CM = 271^\circ$). Az ekkor $18,3^\circ$ -os elongációjában járó bolygó egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor még egészen magasan, 17° -kal tartózkodik a horizont fölött. Próbáljuk minél hamarabb megtalálni a bolygót (osztott körök vagy GOTO segítségével akár napnyugta előtt is)! Napnyugtakor nagy magasság és optimális kontrasztviszonyok mellett jó esélyünk van a fázis és a felszín részleteinek megpillantására. Ezután a gyorsan fogyó merkúrsarló is jól megfigyelhető marad. Izgalmas feladat március 24-én megtalálni a halvány, de hatalmas, $2,1$ magnitúdós, $9,7''$ -es és $0,11$ fázisú merkúrsarlót ($CM = 328^\circ$), amely napnyugtakor még 12° magasan tartózkodik a horizont fölött.



Jól látható a Merkúr fázisa Bánfalvy Zoltán felvételén, amely 2016. április 11-én készült 120/1000-es refraktorról, ASI120MM kamerával és vörös szűrővel



A Hold és a Szaturnusz, valamint a Mars együttállása március 11-én

Együttállások

Március 11-én hajnalban, 04:15 UT körül a Hold és a Szaturnusz 1,8 fokra lesz egymástól a Nyilas csillagképben. Nagyobb távcsővel a gyűrűs bolygótól 1,7 fokra lévő M22 gömbhalmaz azonosításával is meg lehet próbálkozni. Kissé távolabb a Mars is csatlakozik a pároshoz.



A Hold a Hyadokban március 22-én este

Március 22-én este, a szürkület végétől kezdődően jól látható a Hold a Hyadok csillaghalmazban. Ezúttal nem fedi el az Aldebarant, a halmaz több tagját viszont igen. Érdekes az éjszaka első felében nyomon követni égi kísérőnk útját a Hyadok csillagai között.

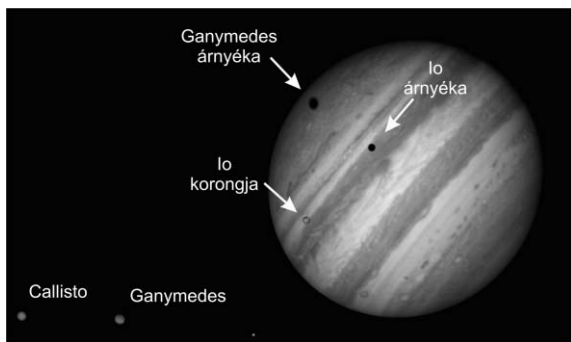
Március 28-án este (18:00 UT körül) a Vénusz és az Uránusz egymástól 20'-re lévő párosát láthatjuk a nyugati horizont felett 7 fok magasan.

Február végétől május közepéig a Sagittariuson keresztül haladó Mars tudatnyi mélyég-objektumot is megközelít,

az együttállások többsége márciusban következik be. Így március 10-én az NGC 6704-től 48'-re, március 15-én az NGC 6469-től 1,1 fokra, és leglátványosabbként 19-én a Trifid-ködöt (M20) 31'-re lesz a vörös bolygó. Március 20-án az M8 és M21 között halad el, remek fotótémát kínálva. A gyors mozgású bolygót 31-én 5'-re találjuk a kompakt, 9 magnitúdós NGC 6642 gömbhalmaztól.

Március 24-én az Io és Ganymedes árnyéka látszik a Jupiteren

Másfél hónappal vagyunk az oppozíció előtt, a Jupiter kora este kel. 21:10–21:20 között várhatjuk megpillantását a keleti horizonton. Ekkor az Io árnyéka már a bolygón fog tartózkodni, és 21:20-kor a Ganymedes árnyékának fekete oválja is csatlakozik hozzá. Az Io



Az Io és a Ganymedes árnyéka 22:20 UT-kor

árnyéka az Északi Egyenlítői Sávban foglal helyet, a Ganymedesé az Északi Poláris Régió vonul keresztül. 22:19 UT-kor szinte egyszerre érik el a centrálmeridiánt, érdekes látvány lesz a bolygó tengelyében elhelyezkedő két kis fekete pötty. A levonulás még majdnem egy órán át tart, és tíz perc különbséggel, 23:06, illetve 23:15 UT-kor végződik.

| | | | |
|-----------------|-------------------|-----------|----------------------------|
| 21 ^h | 20,0 ^m | Ganymedes | árnyékvetés kezdete |
| 22 | 2,0 | Io | átvonulás kezdete |
| 23 | 6,7 | Ganymedes | árnyékvetés vége |
| 23 | 15,3 | Io | árnyékvetés vége |
| 0 | 10,5 | Io | átvonulás vége (25-én!) |
| 1 | 27,8 | Ganymedes | átvonulás kezdete (25-én!) |
| 2 | 33,8 | Ganymedes | átvonulás vége (25-én!) |

Üstökösök

C/2016 M1 (PANSTARRS). A három tavaszi hónap három, porban gazdag PANSTARRS-üstökös jegyében telik, amelyek mindegyikét még 2016-ban, nagy naptávolságban fedezték fel. Közülük az első még mindig hónapokra van augusztus 10-i napkö-

zelségétől ($q = 2,211$ CSE), így fényessége 12,5 és 11,5 magnitúdó között növekszik, ám megfigyeléséhez hajnalban kell kelni. Az Aquila csillagképben délkelet felé mozgó kométát gazdag csillagmezőben kereshetjük, a hónap első napjaiban még 1 fokon belül lesz keleti irányban az NGC 6760 gömbhalmaztól, majd 7-én és 8-án hajnalban a 6,4 magnitúdós 24 Aquilae segíthet azonosításában. Előbb 9 ívpercre északnyugatra, utóbb 6 ívpercre keletre kell keresni tőle az üstököst.

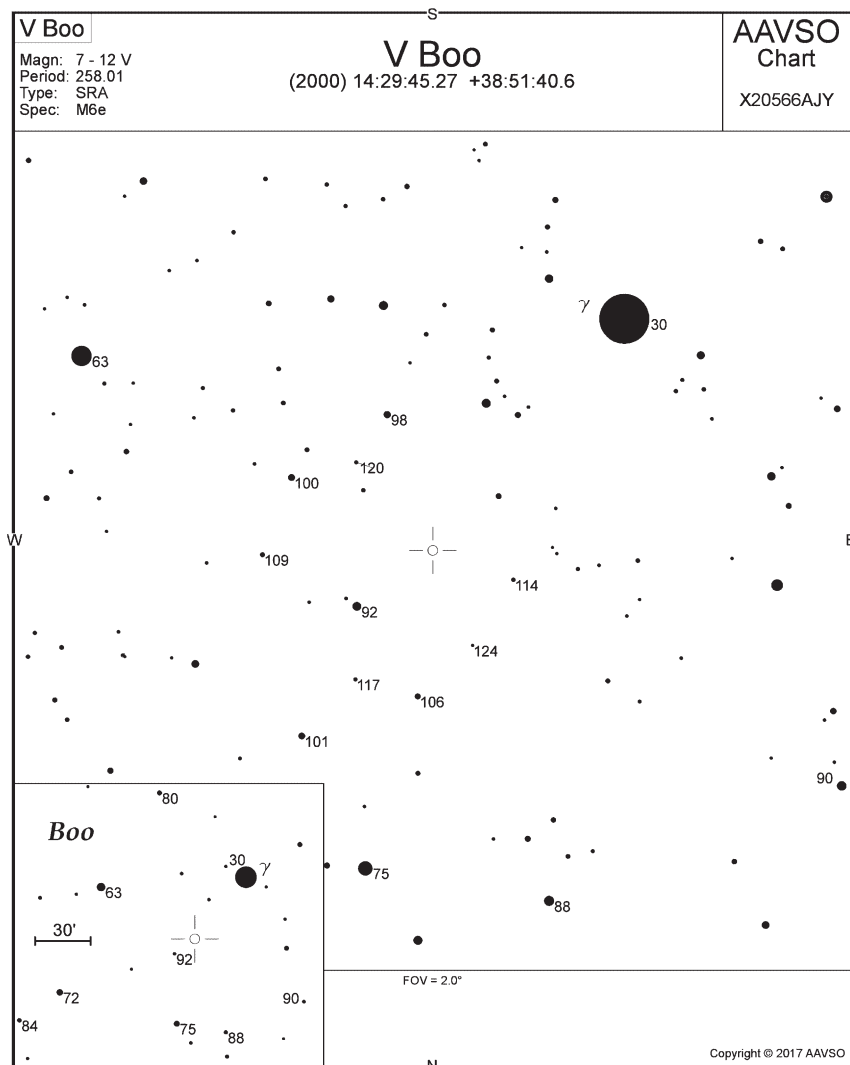
C/2016 N6 (PANSTARRS). A mezőcsillagoknál alig kiterjedtebb, 20,7 magnitúdós égitestként azonosították a Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) operátorai a Hawaii-szigeteken felállított 1,8 méteres távcsövük 2016. július 14-i felvételein. Nem véletlen a szerény megjelenés, a kométa ekkor még 7,3 CSE-re járt a Naptól, a Jupiter és a Szaturnusz pályája között félúton. Ekkor még közeledőben volt, majdnem pontosan két évvel későbbi napközelségét 2018. július 18-án éri el 2,670 CSE-re csillagunktól. Keringési ideje 80 ezer év körül van, így fényessége annak ellenére is elérheti a 13 magnitúdót, hogy viszonylag távol marad bolygónktól.

C/2016 N6 (PANSTARRS)

| Dátum | RA (h m s) | D (° ' ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-----------|----------------|---------|-------|-----------|
| 03.01. | 14 15 42 | +77 42 02 | 2,623 | 3,037 | 105 | 12,9 |
| 03.06. | 13 25 46 | +79 28 01 | 2,608 | 3,013 | 104 | 12,9 |
| 03.11. | 12 18 33 | +80 26 18 | 2,602 | 2,989 | 103 | 12,8 |
| 03.16. | 11 04 09 | +80 19 24 | 2,604 | 2,967 | 102 | 12,8 |
| 03.21. | 09 59 40 | +79 09 01 | 2,614 | 2,945 | 99 | 12,8 |
| 03.26. | 09 12 54 | +77 13 51 | 2,632 | 2,923 | 97 | 12,8 |
| 03.31. | 08 41 32 | +74 53 17 | 2,658 | 2,903 | 94 | 12,8 |
| 04.05. | 08 20 55 | +72 20 17 | 2,691 | 2,883 | 91 | 12,7 |
| 04.10. | 08 07 25 | +69 42 34 | 2,729 | 2,864 | 87 | 12,7 |
| 04.15. | 07 58 39 | +67 04 37 | 2,773 | 2,845 | 84 | 12,8 |
| 04.20. | 07 53 08 | +64 29 13 | 2,822 | 2,828 | 80 | 12,8 |
| 04.25. | 07 49 54 | +61 58 00 | 2,874 | 2,811 | 76 | 12,8 |
| 04.30. | 07 48 17 | +59 31 53 | 2,929 | 2,795 | 72 | 12,8 |
| 05.05. | 07 47 52 | +57 11 22 | 2,986 | 2,780 | 69 | 12,8 |
| 05.10. | 07 48 22 | +54 56 34 | 3,044 | 2,766 | 65 | 12,8 |
| 05.15. | 07 49 33 | +52 47 29 | 3,103 | 2,753 | 61 | 12,9 |
| 05.20. | 07 51 16 | +50 43 59 | 3,162 | 2,741 | 57 | 12,9 |
| 05.25. | 07 53 24 | +48 45 50 | 3,219 | 2,729 | 53 | 12,9 |
| 05.30. | 07 55 51 | +46 52 42 | 3,275 | 2,719 | 49 | 12,9 |

A számítások szerint ebben a hónapban éri el ezt a fényességet, amit az éjszaka bármely szakában ellenőrizhetünk, hiszen az üstökös az Ursa Minor, a Camelopardalis, a Draco, majd ismét a Camelopardalis csillagképeken vonulva cirkumpoláris égitest lesz. A hónap első estéjén fél fokkal északra halad el a 4,8 magnitúdós 4 Ursae Minoristól, 19-én este 7 ívperccel nyugatra fotózhatjuk az NGC 3212–3215 galaxispárostól, 24-én éjszaka háromnegyed fokkal délkeletre láthatjuk a 12 magnitúdós NGC 2715 galaxistól, két nappal később pedig fél fokkal északnyugatra halad el a kicsit halványabb NGC 2748-tól.

C/2016 R2 (PANSTARRS). Két napig a Taurus, majd a Perseus csillagképben kereshetjük ezt a 12,5 magnitúdós, északkelet felé haladó üstököst. A csillagokban gazdag vidéken haladó kométa 4-én este 1 fokkal északnyugatra lesz látható az NGC 1514 planétáris ködtől, 15-én 10 ívperccel keletre halad el az 5,7 magnitúdós HD 26311-től, 21-én pedig háromnegyed fokkal északnyugatra kereshető a 4,9 magnitúdós 54 Perseitől.



Különleges félszabályos változócsillag a γ Bootis „árnyékában”

A V Bootis fényváltozását Dunér fedezte fel 1884-ben, amikor még lendületesen változott 260 nap körüli periódussal 7 és 12 magnitúdó között. Fénygörbéje alapján az SRa osztályba sorolták be, amit a megfigyelt változások az 1970-es évekig alá is támasztottak. A V Boo érdekességét az igen egyedi amplitúdóingadozás okozza. A 2004-től 2012-ig terjedő időszakban alig 1 magnitúdóra csökkent az amplitúdója, míg 2013-tól ismét jelentős amplitúdónövekedést tapasztalhattunk: 7–10 magnitúdó közötti dinamikus változásokat, egészen napjainkig.

Sok mira és félszabályos (SR) csillagnál találtak hosszú időskálán amplitúdóváltozást, ennek teljes magyarázata azonban még várat magára. Kerschbaum és Hron 1992-ben infravörös adatok alapján összehasonlította az SRa és SRb változók jellemzőit a mirákéval. Azt tapasztalták, hogy a hosszú periódusú ($P > 150$ nap) SR csillagok és a mirák galaktikus eloszlása hasonló. Szerintük a vörös változók az AGB-n (aszimptotikus óriáságon) tartózkodásuk idején az első vagy magasabb felhangban pulzálnak, majd folyamatos tömegvesztés után csak az első felhangban. Százezer év után az alaprezgés alakul ki, és az SR csillagokból mirák lesznek. A V Boo esetében azonban mintha fordítva történné: miraszerű fényváltozás után tipikus félszabályos fénygörbe tapasztalható. Mivel a V Boo átlagfényessége állandó, amplitúdójának csökkenése nem magyarázható tömegvesztéssel vagy a felszíni hőmérséklet változásával. Az amplitúdó periodikus modulációját okozhatja, ha két, egymáshoz hasonló hosszú pulzációs módus van jelen a csillag rezgése során. Sok példa van erre, de a V Boo nem ilyen. Valószínű, hogy itt a pulzációt gerjesztő zóna kémiai összetétele változik a csillag felszíne alatti erős konvekció hatására, és emiatt csökken az amplitúdó.

A V Boo sötét égen már 10×50-es binokulárral is könnyen megfigyelhető a γ Boo mellett, bár a kis nagyítás miatt ennek fénye zavaró. Kicsit nagyobb nagyítással már kényelmesen végigkövethető maximumtól minimumig, körülbelül hetente egyszer végzett fényességbecsléssel.

A Hold csillagfedései Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum | | UT | | | J | Csillag ZC/SAO | Hold | | Pozíció | | Korrekcio | |
|-------|-----|----|----|----|----|-------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| hó | nap | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 3 | 2 | 21 | 50 | 26 | ki | 119000 7,3 | 99 – | 41 | 44 D | 235 | +2,2 | +3,3 |
| 3 | 5 | 3 | 34 | 44 | ki | 1950 5,7 | 88 – | 30 | 47 É | 330 | +0,9 | –2,1 |
| 3 | 5 | 21 | 56 | 6 | ki | 2043 6,5 | 82 – | 11 | 72 D | 267 | +0,7 | +1,6 |
| 3 | 5 | 22 | 12 | 57 | ki | 2047 6,6 | 82 – | 13 | 53 D | 248 | +1,1 | +2,5 |
| 3 | 7 | 0 | 42 | 39 | ki | 2167 7,4 | 73 – | 22 | 79 É | 294 | +1,2 | +0,4 |
| 3 | 9 | 3 | 23 | 35 | ki | 160160 7,8 | 53 – | 22 | 87 D | 273 | +1,8 | +0,5 |
| 3 | 11 | 2 | 47 | 24 | ki | 2697 6,5 | 34 – | 9 | 78 É | 279 | +1,0 | +1,2 |
| 3 | 11 | 5 | 1 | 38 | ki | 2708 5,9 | 34 – | 20 | 70 D | 247 | +1,9 | +1,1 |
| 3 | 13 | 4 | 12 | 22 | ki | 2963 5,3 | 18 – | 9 | 21 É | 326 | +0,4 | –0,4 |
| 3 | 15 | 9 | 10 | 58 | ki | 3237 4,3 | 5 – | 29 | 80 É | 255 | +1,8 | +0,4 |

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekcio | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 3 19 | 17 | 51 | 31 | be | 110041 9,0 | 5 + | 11 | 31 É | 20 | +0,3 | +1,2 |
| 3 19 | 18 | 27 | 23 | be | 250 8,8 | 5 + | 5 | 55 D | 114 | +0,0 | -2,4 |
| 3 20 | 18 | 50 | 29 | be | 110616 7,5 | 11 + | 13 | 24 D | 145 | -0,2 | -5,6 |
| 3 22 | 18 | 31 | 27 | be | 93909 8,2 | 29 + | 38 | 84 É | 77 | +1,0 | -0,8 |
| 3 22 | 18 | 33 | 5 | be | 93911 8,6 | 29 + | 38 | 79 É | 72 | +1,0 | -0,7 |
| 3 22 | 20 | 33 | 56 | be | 667 5,0 | 30 + | 18 | 61 D | 112 | +0,1 | -2,0 |
| 3 22 | 20 | 34 | 57 | be | 93947 8,2 | 30 + | 18 | 47 D | 127 | -0,1 | -2,5 |
| 3 23 | 18 | 53 | 26 | be | 94510 7,3 | 40 + | 45 | 88 D | 89 | +1,1 | -1,1 |
| 3 23 | 22 | 47 | 39 | be | 832 4,3 | 41 + | 8 | 74 D | 104 | -0,3 | -1,5 |
| 3 23 | 23 | 19 | 42 | be | 836 5,7 | 42 + | 3 | 61 D | 117 | -0,5 | -1,6 |
| 3 24 | 17 | 55 | 40 | be | 971 7,3 | 51 + | 60 | 38 É | 40 | +1,8 | +2,1 |
| 3 24 | 18 | 3 | 13 | be | 95586 7,8 | 51 + | 59 | 84 É | 86 | +1,6 | -0,3 |
| 3 25 | 21 | 3 | 35 | be | 1130 7,2 | 64 + | 43 | 11 D | 177 | -1,2 | -7,9 |
| 3 26 | 17 | 46 | 24 | be | 97783 7,7 | 73 + | 58 | 57 É | 69 | +1,7 | +1,4 |
| 3 26 | 22 | 23 | 48 | be | 97878 7,7 | 75 + | 39 | 52 D | 141 | +0,4 | -2,5 |
| 3 28 | 0 | 57 | 34 | be | 1415 6,3 | 85 + | 21 | 53 É | 72 | +0,5 | -1,1 |
| 3 28 | 19 | 17 | 32 | be | 99084 7,8 | 91 + | 50 | 54 D | 149 | +1,1 | -1,6 |
| 3 28 | 21 | 1 | 27 | be | 99111 7,5 | 91 + | 54 | 88 É | 112 | +1,5 | -0,8 |
| 3 29 | 21 | 40 | 18 | be | 1645 6,7 | 97 + | 49 | 89 D | 120 | +1,4 | -0,9 |
| 3 29 | 22 | 44 | 52 | be | 1648 6,9 | 97 + | 47 | 56 É | 85 | +1,8 | -0,4 |

Évfordulók

150 éve hunyt el Nagy Károly

Nagy Károly (1779. december 6., Révkomárom – 1868. március 2., Párizs) a 19. századi magyar tudományosság egyik legfontosabb alakja volt. Református gyógyszerész családba született, 1824-ben megszerezte a doctor chemiae címet. Csillagászati érdeklődésétől vezérelve Bécsben Joseph Littrow mellett volt két évig gyakornok. Kapcsolatai széles körűek voltak, ismerősei közé tartozott François Arago, Charles Babbage és Georg Plössl is.

Tevékenysége a magyar tudományos nyelv kialakulása szempontjából is jelentős. Magyar nyelvű csillagászati cikkeket írt, éggömböket, földgömböket szerkesztett, matematikai, fizikai könyveket írt. A párizsi mértérendszer hazai bevezetésének szorgalmazója, 1844-ben Párizsban saját pénzéből megvásárolta a standard méter, kilogramm és liter egy-egy etalonját.

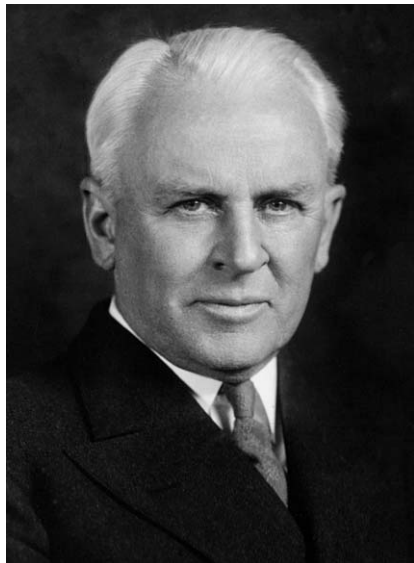
1847-ben Bicskén, megtakarításából 11 és fél holdas birtokot vett Batthyány Kázmér gróftól, amelyen csillagászati obszervatóriumot kezdett el létesíteni. Az 1848–49-es forradalom és szabadságharc után feljelentés alapján letartóztatták. Szabadulása után külföldre ment, a csillagvizsgálót az államnak adományozta. Egy ideig Bécsben, majd haláláig Párizsban élt.

1832-ben a Magyar Tudós Társaság levelező tagnak választotta. 1836-ban lett az Akadémia rendes tagja. Latin, német, francia, angol és arab nyelven értett.

Emlékét a (115059) Nagykároly kisbolygó őrzi.

150 éve született Robert Millikan

Robert Andrews Millikan (1868. március 22., Morrison – 1953. december 19., San Marino, Kalifornia) amerikai fizikus, a kozmikus sugárzás kifejezés atyja és a jelenség egyik első kutatója leginkább az elektron töltésének (elemi töltés) első méréséről ismert, amiért kiérdemelte az 1923-as fizikai Nobel-díjat. Millikan családja Angliából az első telepe-
sekkel érkezett az amerikai közép-nyugatra, ahol a kutató apja lelkészként szolgált. Millikan érdeklődése először a humán tudományok felé fordult, és görögstanára bízta meg a humán képzésben tartott „a fizika alapjai” kurzus megtartásával – a fiatal bölcsész ekkor kezdett behatóbban foglalkozni fizikával.



Végül fizikusként diplomázva Kaliforniába került, és a Caltech-en és annak elődintézményében töltött be pozíciókat. Itt végezte el Nobel-díjas kísérletét is.

Millikan tudományos attitűdjének érdekes vonása gyanakvó konzervativizmusa: szenvedélyesen vitatta a fotoeffektus magyarázatát, a fény fotontermészetét, a speciális és általános relativitáselméletet, és 1927-ben is evidenciaként kezelte az éter létezését. Híresek voltak vitái Arthur Comptonnal. A kozmikus sugárzás felfedezése után Millikan fotontermészetűnek tartotta a sugárzást: elmélete szerint ezek a

fotonok a táguló, de statikus állapotú világban szükségképpen folyamatosan zajló atomteremtés melléktermékei; Compton pedig részecskékből állónak tételezte föl a kozmikus sugárzást. (Ma már tudjuk, hogy a kozmikus sugárzásban töltött részecskék és ionizáló energiájú fotonok egyaránt előfordulnak.)

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|--------|----------|
| 1 | 2:58,3 | Io | mv |
| | 4:36,8 | Europa | fk |
| | 23: 6,7 | Io | áv |
| 2 | 0:16,6 | Io | ev |
| | 22:56,0 | Europa | ák |
| 3 | 1:11,3 | Europa | áv |
| | 1:17,9 | Europa | ek |
| | 3:27,6 | Europa | ev |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 6 | 23:33,6 | Ganymedes | fk |
| 7 | 1:22,9 | Ganymedes | fv |
| | 4:21,8 | Io | ák |
| | 4:28,6 | Ganymedes | mk |
| 8 | 1:30,5 | Io | fk |
| | 22:50,2 | Io | ák |
| | 23:58,1 | Io | ek |
| 9 | 1: 0,1 | Io | áv |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 9 | 2: 6,7 | Io | ev |
| | 23:15,4 | Io | mv |
| 10 | 1:29,2 | Europa | ák |
| | 3:44,5 | Europa | áv |
| | 3:44,7 | Europa | ek |
| 11 | 22:47,7 | Europa | fv |
| | 22:48,0 | Europa | mk |
| 12 | 0:58,7 | Europa | mv |
| 14 | 3:31,0 | Ganymedes | fk |
| 15 | 3:23,5 | Io | fk |
| 16 | 0:43,5 | Io | ák |
| | 1:47,2 | Io | ek |
| | 2:53,5 | Io | áv |
| | 3:55,7 | Io | ev |
| | 21:51,8 | Io | fk |
| 17 | 1: 3,9 | Io | mv |
| | 4: 2,5 | Europa | ák |
| | 21:53,1 | Ganymedes | ek |
| | 22:22,7 | Io | ev |
| | 23: 1,5 | Ganymedes | ev |
| 18 | 23: 5,8 | Europa | fk |
| 19 | 3:23,7 | Europa | mv |
| 23 | 2:36,9 | Io | ák |
| | 3:35,2 | Io | ek |
| | 23:44,9 | Io | fk |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 24 | 2:51,5 | Io | mv |
| | 21:20,0 | Ganymedes | ák |
| | 22: 2,0 | Io | ek |
| | 23: 6,7 | Ganymedes | áv |
| | 23:15,3 | Io | áv |
| 25 | 0:10,5 | Io | ev |
| | 1:27,8 | Ganymedes | ek |
| | 2:33,8 | Ganymedes | ev |
| | 21:18,2 | Io | mv |
| 26 | 1:41,1 | Europa | fk |
| 27 | 21:42,6 | Europa | ek |
| | 22: 8,4 | Europa | áv |
| | 23:51,2 | Europa | ev |
| 31 | 1:38,1 | Io | fk |
| | 22:58,6 | Io | ák |
| | 23:48,7 | Io | ek |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

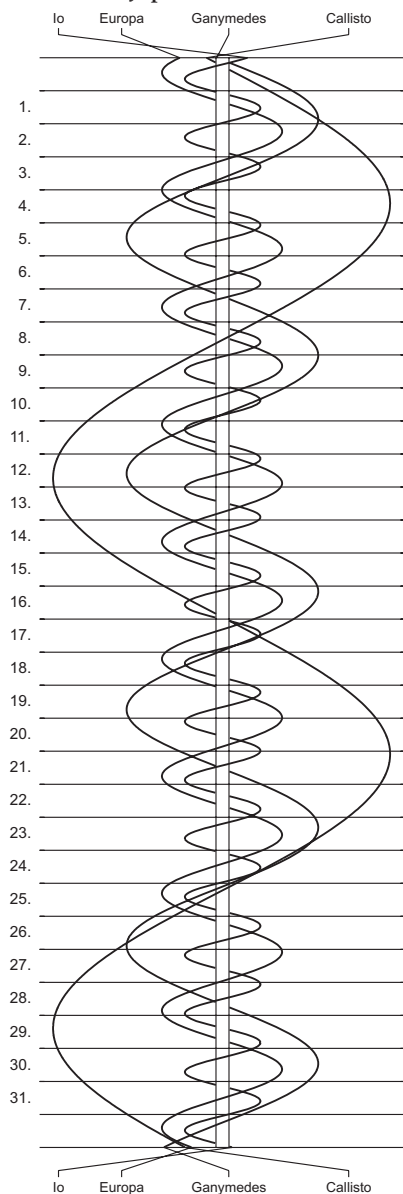
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

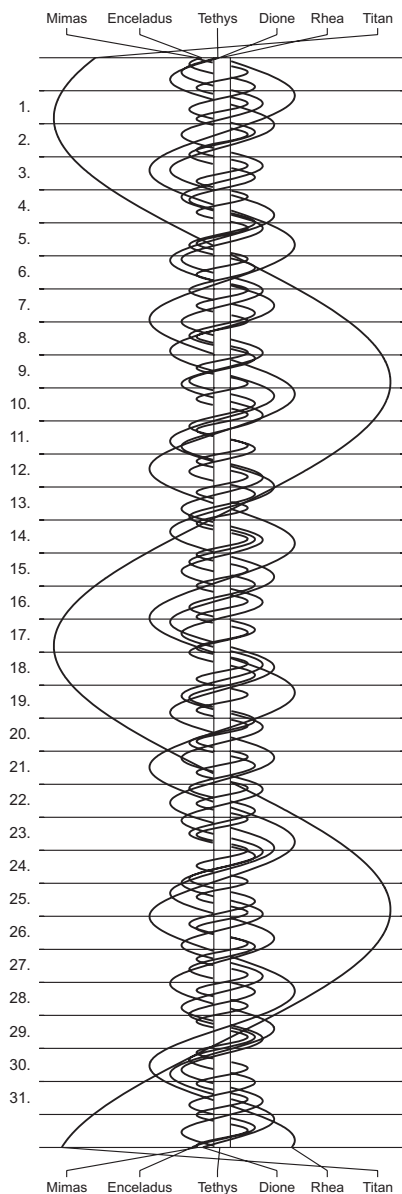
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

Jupiter-holdak



Szaturnusz-holdak



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – április**

KÖZEI

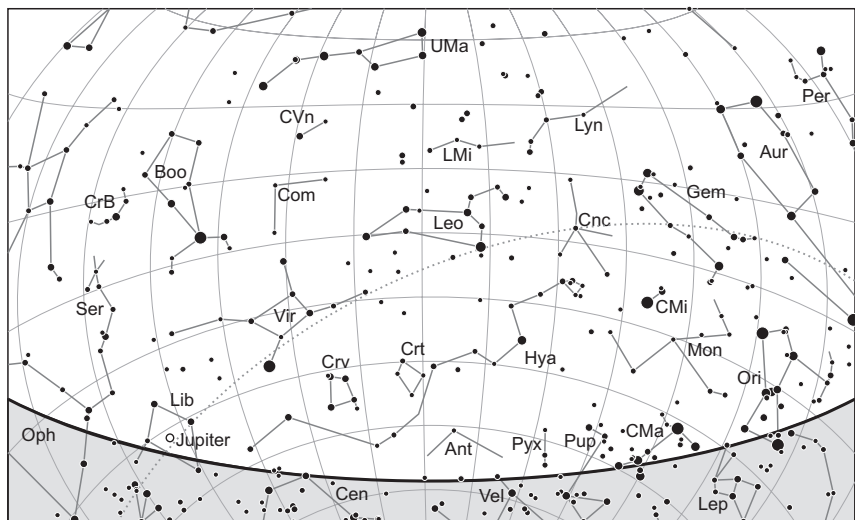
| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | | fázis |
|-----------------------|------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|----------|---|-------|
| | kel | delel | nyugszik | h_d | E_t | kel | delel | nyugszik | | |
| | h m | h m | h m | ° | m | h m | h m | h m | | h m |
| 1. v 91. 14. hét | 5 23 | 11 48 | 18 13 | 47,1 | -4,0 | 19 19 | 0 15 | 6 11 | | |
| 2. h 92. | 5 21 | 11 47 | 18 15 | 47,5 | -3,7 | 20 27 | 1 03 | 6 38 | | |
| 3. k 93. | 5 19 | 11 47 | 18 16 | 47,9 | -3,4 | 21 33 | 1 51 | 7 07 | | |
| 4. sz 94. | 5 17 | 11 47 | 18 18 | 48,3 | -3,1 | 22 36 | 2 39 | 7 38 | | |
| 5. cs 95. | 5 15 | 11 46 | 18 19 | 48,6 | -2,8 | 23 35 | 3 27 | 8 13 | | |
| 6. p 96. | 5 13 | 11 46 | 18 20 | 49,0 | -2,5 | – | 4 15 | 8 52 | | |
| 7. sz 97. | 5 11 | 11 46 | 18 22 | 49,4 | -2,3 | 0 29 | 5 03 | 9 37 | | |
| 8. v 98. 15. hét | 5 09 | 11 45 | 18 23 | 49,8 | -2,0 | 1 18 | 5 51 | 10 26 | ● | 8 17 |
| 9. h 99. | 5 07 | 11 45 | 18 25 | 50,1 | -1,7 | 2 01 | 6 39 | 11 20 | | |
| 10. k 100. | 5 05 | 11 45 | 18 26 | 50,5 | -1,4 | 2 39 | 7 26 | 12 19 | | |
| 11. sz 101. | 5 03 | 11 45 | 18 27 | 50,9 | -1,2 | 3 12 | 8 13 | 13 20 | | |
| 12. cs 102. | 5 01 | 11 44 | 18 29 | 51,3 | -0,9 | 3 42 | 8 59 | 14 24 | | |
| 13. p 103. | 4 59 | 11 44 | 18 30 | 51,6 | -0,7 | 4 10 | 9 46 | 15 30 | | |
| 14. sz 104. | 4 57 | 11 44 | 18 32 | 52,0 | -0,4 | 4 36 | 10 32 | 16 38 | | |
| 15. v 105. 16. hét | 4 55 | 11 44 | 18 33 | 52,3 | -0,2 | 5 02 | 11 20 | 17 48 | | |
| 16. h 106. | 4 53 | 11 43 | 18 35 | 52,7 | +0,1 | 5 30 | 12 09 | 19 00 | ● | 2 57 |
| 17. k 107. | 4 51 | 11 43 | 18 36 | 53,0 | +0,3 | 5 59 | 13 01 | 20 14 | | |
| 18. sz 108. | 4 50 | 11 43 | 18 37 | 53,4 | +0,5 | 6 33 | 13 55 | 21 27 | | |
| 19. cs 109. | 4 48 | 11 43 | 18 39 | 53,7 | +0,8 | 7 13 | 14 51 | 22 38 | | |
| 20. p 110. | 4 46 | 11 43 | 18 40 | 54,1 | +1,0 | 8 00 | 15 50 | 23 44 | | |
| 21. sz 111. | 4 44 | 11 42 | 18 42 | 54,4 | +1,2 | 8 55 | 16 49 | – | | |
| 22. v 112. 17. hét | 4 42 | 11 42 | 18 43 | 54,8 | +1,4 | 9 58 | 17 48 | 0 42 | ● | 22 45 |
| 23. h 113. | 4 41 | 11 42 | 18 44 | 55,1 | +1,6 | 11 07 | 18 44 | 1 31 | | |
| 24. k 114. | 4 39 | 11 42 | 18 46 | 55,4 | +1,8 | 12 18 | 19 39 | 2 12 | | |
| 25. sz 115. | 4 37 | 11 42 | 18 47 | 55,8 | +1,9 | 13 31 | 20 30 | 2 48 | | |
| 26. cs 116. | 4 35 | 11 41 | 18 49 | 56,1 | +2,1 | 14 42 | 21 20 | 3 18 | | |
| 27. p 117. | 4 34 | 11 41 | 18 50 | 56,4 | +2,3 | 15 53 | 22 08 | 3 46 | | |
| 28. sz 118. | 4 32 | 11 41 | 18 51 | 56,7 | +2,4 | 17 03 | 22 56 | 4 13 | | |
| 29. v 119. 18. hét | 4 30 | 11 41 | 18 53 | 57,0 | +2,6 | 18 11 | 23 43 | 4 39 | | |
| 30. h 120. | 4 29 | 11 41 | 18 54 | 57,3 | +2,7 | 19 18 | – | 5 07 | ○ | 1 58 |

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

április

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|------------------------------------|---|---|
| 1. | 2 458 210 | 12 37 14 | <i>Húsvét</i> ; Hugó, Pál |
| 2. | 2 458 211 | 12 41 10 | <i>Húsvét</i> ; Áron, Ferenc, Mária, Tünde |
| 3. | 2 458 212 | 12 45 07 | Buda, Richárd, Irén, Irina |
| 4. | 2 458 213 | 12 49 03 | Izidor |
| 5. | 2 458 214 | 12 53 00 | Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra |
| 6. | 2 458 215 | 12 56 56 | Vilmos, Bíborka, Dénes |
| 7. | 2 458 216 | 13 00 53 | Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária |
| 8. | 2 458 217 | 13 04 50 | Dénes, Júlia, Valter |
| 9. | 2 458 218 | 13 08 46 | Erhard, Dusán, Vince |
| 10. | 2 458 219 | 13 12 43 | Zsolt |
| 11. | 2 458 220 | 13 16 39 | Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona |
| 12. | 2 458 221 | 13 20 36 | Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd |
| 13. | 2 458 222 | 13 24 32 | Ida, Hermina, Martin, Márton |
| 14. | 2 458 223 | 13 28 29 | Tibor, Benedek, Gusztáv, Lídia |
| 15. | 2 458 224 | 13 32 25 | Anasztázia, Tas |
| 16. | 2 458 225 | 13 36 22 | Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József |
| 17. | 2 458 226 | 13 40 19 | Rudolf, Anasztázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső |
| 18. | 2 458 227 | 13 44 15 | Andrea, Ilma, Aladár, Hermina |
| 19. | 2 458 228 | 13 48 12 | Emma, Malvin |
| 20. | 2 458 229 | 13 52 08 | Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér |
| 21. | 2 458 230 | 13 56 05 | Konrád, Zsombor |
| 22. | 2 458 231 | 14 00 01 | Csilla, Noémi |
| 23. | 2 458 232 | 14 03 58 | Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor |
| 24. | 2 458 233 | 14 07 54 | György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon |
| 25. | 2 458 234 | 14 11 51 | Márk, Ervin |
| 26. | 2 458 235 | 14 15 48 | Ervin, Marcell, Mária, Tihamér |
| 27. | 2 458 236 | 14 19 44 | Zita, Mariann, Marianna, Péter |
| 28. | 2 458 237 | 14 23 41 | Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra |
| 29. | 2 458 238 | 14 27 37 | Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér |
| 30. | 2 458 239 | 14 31 34 | Katalin, Kitty, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia |

21. A csillagászat napja



A déli égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: Április 1-jén alsó együttállásban van a Nappal. 10-e után megkísérélhető felkeresése napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, de ekkor is csak fél órával kel a Nap előtt. Láthatósága csak kicsit javul a hónap folyamán. 29-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 27° -ra a Naptól. Az ekliptika laposan látszik a látóhatárhoz képest, ezért a bolygó ekkor is csak ötven perccel kel korábban, mint a Nap, láthatósága kedvezőtlen marad.

Vénusz: Ragyogó fényű égitestként látszik magasan az esti keleti égen. A hónap elején egy és háromnegyed, a végén két és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $10,6''$ -ről $11,5''$ -re nő, fázisa $0,94$ -ről $0,89$ -ra csökken.

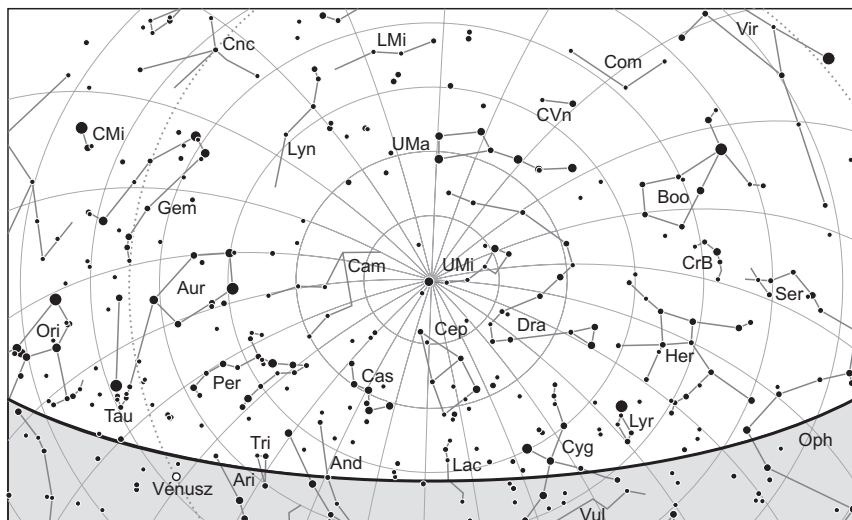
Mars: Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Kora hajnalban kel, a hajnali órákban látható egyre fényesebb, vöröses színű égitestként a délkeleti égen. Fényessége $0,3^m$ -ról $-0,4^m$ -ra, látszó átmérője $8,5''$ -ről $11''$ -re nő.

Jupiter: Folytatja hátráló mozgását a Mérleg csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagy részében kitűnően megfigyelhető a déli égen ragyogó, sárgásfehér fényű égitestként. Fényessége $-2,4^m$, átmérője $44''$.

Szaturnusz: A Nyilas csillagképben tartózkodik, előretartó mozgása 18-án hátrálóvá változik. Éjfél után kel, az éjszaka második felében figyelhető meg alacsonyan a délkeleti-déli égen. Fényessége $0,4^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 18-án együttállásban van a Nappal. Továbbra is előretartó mozgást végez. 27-én átlép a Kos csillagképbe.

Neptunusz: A hónap döntő részében nem figyelhető meg. Az utolsó napokban már megkereshető a Vízöntő csillagképben, ahol továbbra is előretartó mozgást végez.



Az északi égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 04.01. | 2:36 | a Marstól 29,3'-cel délre látható a 24 Sgr (5,5 magnitúdós) |
| 04.01. | 2:36 | a (4) Vesta kisbolygó (7,0 magnitúdós) 12'-cel északkeletre látható a Barnard 84a sötét ködtől a Nyilas csillagképben |
| 04.01. | 19:01 | a (11) Parthenope kisbolygó (11,4 magnitúdós) 5'-cel északnyugatra látható a μ Cnc-től (5,3 magnitúdós) |
| 04.01. | 21:41 | a Merkúr alsó együttállásban a Nappal |
| 04.02. | 2:34 | a Marstól 21'-cel délre látható az M22 gömbhalmaz (5,2 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 04.02. | 15:52 | a Hold maximális librációja ($l = +4,91^\circ$, $b = -6,60^\circ$, 94,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 04.03. | 2:23 | a 92,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 2' 52"-cel északra látható a ξ Lib (5,8 magnitúdós) |
| 04.03. | 2:31 | a (4) Vesta kisbolygó (7,0 magnitúdós) 5'-cel délkeletre látható az NGC 6507 nyílthalmaztól (9,6 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 04.03. | 3:50 | a Mars és a Szaturnusz 1,3°-os közelsége a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 04.03. | 21:50 | a Jupiter 4,8°-kal délnyugatra látható a 87,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben |
| 04.03. | 21:13 | a Hold mögül kilép a γ Librae (3,9 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 04.03. | 19:05 | a (20) Massalia kisbolygó (10,7 magnitúdós) 10'-cel északnyugatra látható a μ Gem-től (2,9 magnitúdós) |
| 04.04. | 2:29 | a Marstól 19,5'-cel délre látható a 26 Sgr (6,2 magnitúdós) |
| 04.04. | 2:48 | a Hold mögül kilép a η Librae (5,4 magnitúdós, 86%-os, csökkenő holdfázis) |
| 04.07. | 0:30 | a Hold mögül kilép a μ Sagittarii (3,8 magnitúdós, 62%-os, csökkenő holdfázis) |
| 04.07. | 1:02 | a Hold mögül kilép a 15 Sagittarii (5,3 magnitúdós, 61%-os, csökkenő holdfázis) |
| 04.07. | 1:30 | a 61,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 12' 11"-cel északra látható a 17 Sgr (6,9 magnitúdós) |
| 04.07. | 2:22 | a (9) Metis kisbolygó (11,2 magnitúdós) 19'-cel délre látható az NGC 6546 nyílthalmaztól (8,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 04.07. | 3:40 | a Mars 7,1°-kal, a Szaturnusz 4,5°-kal keletre látható a 60,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 04.08. | 1:46 | a Mars 4,6°-kal délnyugatra, a Szaturnusz 7,0°-kal nyugatra látható az 52,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben |
| 04.08. | 2:23 | a Hold mögé belép a π Sagittarii (2,9 magnitúdós, 52%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 03:47 UT-kor |
| 04.08. | 5:32 | a Hold földtávolban (404 103 km, látszó átmérő: 29' 34", 50,7%-os, csökkenő holdfázis) |
| 04.08. | 7:18 | utolsó negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 29' 34") |
| 04.09. | 5:01 | a Hold minimális librációja ($l = -1,48^\circ$, $b = -1,52^\circ$, 41,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 04.10. | 2:14 | a Marstól 44'-cel északra látható az NGC 6717 gömbhalmaz (8,4 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 04.10. | 19:18 | a (8) Flora kisbolygó (10,6 magnitúdós) 7'-cel nyugatra látható az 52 Gem-től (5,8 magnitúdós) |
| 04.12. | 7:20 | a Mars bolygó eléri a legkisebb fázisát 87,8%-nál a Nyilas csillagképben |
| 04.13. | 2:07 | a (9) Metis kisbolygó (11,1 magnitúdós) 5'-cel északkeletre látható a Cr 367 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 04.15. | 22:58 | a Hold maximális librációja ($l = -5,25^\circ$, $b = +6,27^\circ$, 0,2%-os, csökkenő holdfázis) |
| 04.16. | 1:57 | újhold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 31' 39") |
| 04.17. | 1:57 | a (9) Metis kisbolygó (11,0 magnitúdós) 12'-cel délnyugatra látható a 11 Sgr-től (5,0 magnitúdós) |
| 04.17. | 11:12 | a Szaturnusz naptávolban, távolsága 10,065645 CSE |
| 04.18. | 14:00 | az Uránusz együttállásban a Nappal |
| 04.18. | 23:20 | a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, a jelenség vége 2018.04.19, 01:08 UT |
| 04.19. | 19:05 | a 17,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5' 56"-cel északra látható a 104 Tau (4,9 magnitúdós) |
| 04.19. | 20:15 | a 17,6%-os, növekvő fázisú Holdtól 1,5° távolságra délre látható a NGC 1807 nyílthalmaz (7,0 magnitúdós) a Bika csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 04.20. | 1:43 | a (187) Lamberta kisbolygó oppozícióban (10,1 magnitúdós, Szűz csillagkép) |
| 04.20. | 14:31 | a Hold földközben (368 749 km, látszó átmérő: 32' 24", 24,7%-os, növekvő holdfázis) |
| 04.20. | 19:03 | a 26,7%-os, növekvő fázisú Holdtól 4,4° távolságra északra látható az M35 nyílthalmaz (5,1 magnitúdós) az Ikrek csillagképben |
| 04.20. | 20:19 | a Hold mögé belép a 68 Orionis (5,8 magnitúdós, 27%-os, növekvő holdfázis) |
| 04.21. | 18:41 | a (7) Iris kisbolygó (10,1 magnitúdós) 10'-cel nyugatra látható a ζ Tau-tól (3,0 magnitúdós) |
| 04.22. | 18:00 | a Lyridák meteorraj maximuma |
| 04.22. | 21:46 | első negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 32' 16") |
| 04.22. | 23:04 | a Hold minimális librációja ($l = +1,68^\circ$, $b = +0,89^\circ$, 50,7%-os, növekvő holdfázis) |
| 04.24. | 3:06 | a Merkúr hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 0,9°, 0,8 magnitúdós, fázisa 34% |
| 04.24. | 19:01 | a Vénusztól 3,5°-kal északra látható a Fiastyúk, az M45 nyílthalmaz (1,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Bika csillagképben |
| 04.24. | 21:08 | a 71,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13' 32"-cel délnyugatra látható a Regulus, α Leo (1,4 magnitúdós) |
| 04.26. | 23:17 | a 89,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 9' 28"-cel északkeletre látható a 7 Vir (5,4 magnitúdós) |
| 04.28. | 19:14 | a Hold mögé belép a 80 Virginis (5,7 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis) |
| 04.29. | 1:26 | a (4) Vesta kisbolygó (6,5 magnitúdós) 1,1°-kal északra látható az M24 tejútfolttól (3,1 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 04.29. | 18:24 | a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (27,0°, 0,3 magnitúdós, 8,0" átmérő, 44% fázis, Cet csillagkép) |
| 04.29. | 19:11 | a Hold maximális librációja ($l = +4,60^\circ$, $b = -6,52^\circ$, 99,7%-os, növekvő holdfázis) |
| 04.30. | 0:58 | telehold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 30' 41") |
| 04.30. | 19:42 | a Jupiter 3,2°-kal délnyugatra látható a 99,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben |
| 04.30. | 20:01 | a (22) Kalliope kisbolygó (11,3 magnitúdós) 29'-cel délkeletre látható az M60 galaxistól (8,8 magnitúdós) a Szűz csillagképben |

Együttállások

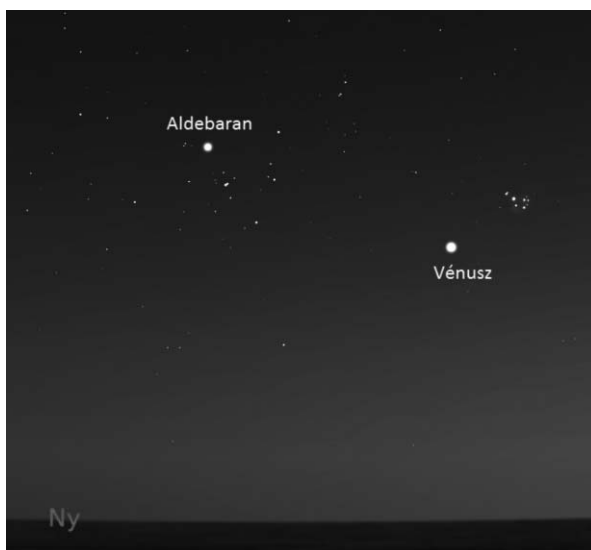
Április 3-a hajnalán (02:20 UT körül) kerül sor a Mars és a Szaturnusz látványos és közeli együttállására – látszó távolságuk csupán 1,3 fok körül alakul. Ráadásul a Mars-tól csupán 42 ívpercre lesz az M22 gömbhalmaz, amely akár binokulárral is látható. A Mars és az M22 a megelőző, április 2-i hajnalon alig 21'-re látszik egymástól, ami különleges csemegének ígérkezik vizuálisan és fotografikusan egyaránt. 3-án hajnalban a Hold, a Jupiter és az Antares egy vonal mentén helyezkedik el.



A Mars és a Szaturnusz szoros együttállása április 3-án hajnalban. Távolabb, a Hold, a Jupiter és az Antares egy vonal mentén helyezkedik el



A Hold, a Szaturnusz és a Mars „sorakozója” április 7-én hajnalban



A Vénusz és a Plejádok (M45) együttállása április 24-én

Április 7-én a hajnali órákban (legjobban 03:20 UT-kor) a Mars, a Szaturnusz és a Hold különleges együttállását láthatjuk, amikor a három égitest szinte egy egyenes mentén fog elhelyezkedni.

Április 24-én kora este (18:40 UT), a szürkület vége felé a Vénusz és a tőle 3 fokra lévő Plejádok (M45) nyújt felejthetetlen látványt. Késő este (21:08 UT) egy szép Hold–Regulus találkozára kerül sor, 45 fok magasan a délnyugati horizont felett. Kísérőnk és a csillag távolsága ekkor csupán 13,5' lesz.

Április 30-án este (20:30 UT körül) a teliholdtól 3 fokkal dél felé találjuk a Jupitert, a látványos égi páros egész este magára vonja figyelmünket.

Üstökösök

C/2016 M1 (PANSTARRS). Az Aquilában kereshetjük ezt a 11,5–10,5 magnitúdó között fényesedő üstököst, amely dél felé haladva a hónap végén eléri keleti stacionárius pontját. Az egy hónap alatt majd' 100 millió km-rel közelebb kerülő vándor 12-én hajnalban fél fokkal keletre látható az 5,5 magnitúdós 42 Aquilaetól, 22-én fél fokkal nyugatra halad el a 13,5 magnitúdós NGC 6821 galaxistól, 26-án pedig háromnegyed fokos közelségben fotózhatjuk a 10 magnitúdós Palomar 11 gömbhalmazsal.

C/2016 N6 (PANSTARRS). A 13 magnitúdónál valamivel fényesebb üstökös a hónap nagy részében a Camelopardalis csillagképben halad dél felé, de 3-a és 8-a között érinti az Ursa Maiort, a hónap utolsó napján pedig eléri a Lynx csillagképet. Csillagokban szegény területen mozog, 18-án hajnalban 50 ívperccel keletre látható az 5,9

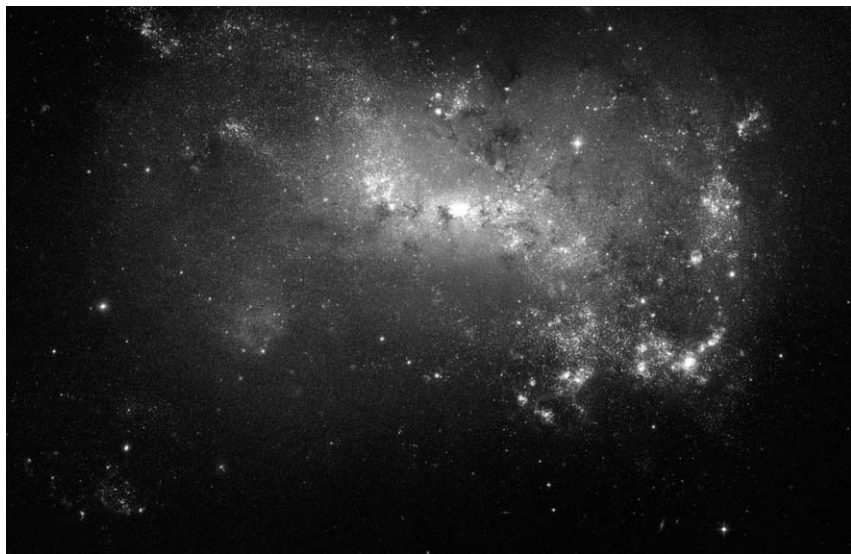
magnitúdós 51 Camelopardalistól, 23-án pedig fél fokkal nyugatra kereshetjük a 6,5 magnitúdós 49 Camelopardalistól. Fotográfusok számára a hónap első napjai lesznek érdekesek, amikor egy 13–14 magnitúdós tagokból álló két és fél fok átmérőjű galaxis-csoporton halad keresztül.

C/2016 R2 (PANSTARRS). Egyre sűrűbb csillagmezőben haladva a Perseus csillagképből átkerül az Aurigába, miközben fényessége 12,5 magnitúdó környékén stagnál. Az északkelet felé tartó üstökös lassan eléri napközelségét, de növekvő földtávolsága miatt nem fog fényesedni, 21-én és 22-én nagyjából 50 ívperccel északnyugatra kereshetjük a 3,8 magnitúdós ζ Aurigaetól, majd 23-án keresztezi a Tejút síkját. Mindhárom e havi üstökös évek óta ontja magából a port, így különösen fotografikus módszerrel észelve összetett szerkezetű porstruktúrák megörökítésére van remény.

Tavaszi galaxistúra

A tavaszi égbolt galaxisok hosszú sorát kínálja megfigyelésre. Ezúttal két igazi tavaszi csillagkép, a Canes Venatici (Vadászebek) és a Coma Berenices (Bereniké Haja) mélygínálatából válogatunk.

A Canes Venaticiben a sok látványos Messier-objektumon kívül is találunk számos érdekes célpontot. Az M106 és a β CVn között található egy nagyon különleges irreguláris galaxis, az NGC 4449, amely 9,4 magnitúdós fényessége és $2' \times 3'$ -es kiterjedése révén kisebb távcsövekkel is könnyen látható. 10 cm-es műszerrel észelve meghökkenő élményben lehet részünk, amikor megtaláljuk, mivel egy nagyjából téglalap alakú



Az NGC 4449 GX CVn a HST felvételén – egy csillagontó galaxis közelről



Az NGC 5005 SX CVn (jobbra fent) és az NGC 5033 GX CVn a DSS-2 felvételén (vörös fényben)

fényfoltot fogunk látni. A csillagváros szokatlan alakját a benne elhelyezkedő fényes csillagkeletkezési területek adják, mivel ez egy csillagontó galaxis. 20 cm-es távcsővel ezek közül néhány már jól látszik, és feltűnik a galaxis küllője is. Voltaképpen az NGC 4449 a Nagy-Magellán-felhő ikertestvére, de annál sokkal messzebb, körülbelül 12 millió fényévre található.

Az NGC 5005 és 5033 tágas párosa a Cor Caroli tágabb környezetében észlelhető. Mindkettő spirális galaxis, amelyek fizikai párost alkotnak Földünkől 45 millió fényévre. A 10 magnitúdós galaxisok eltérő képet mutatnak a távcsőben: az NGC 5005 tömzsi ($4,5' \times 1,5'$), ovális folt, fényes maggal, míg az NGC 5033 elsőre kisebb ($3' \times 1,5'$), és orsó alakú, benne nagyon fényes mag. Sötétebb égen utóbbi galaxis külső részei is kibontakoznak, így a mérete akár 6-7 ívpercre is nőhet. Spirális szerkezetük észrevétele átlagosabb égbolton legalább 25 cm-es távcsövet igényel, de fényképfelvételen kisebb műszerrel is nagyszerűen megörökíthető az egymástól 40 ívpercre lévő két csillagváros. Az NGC 5033 halvány, külső spirálkarjaira érdemes sokat exponálni.



Az NGC 4631 a Mt. Lemmon Obszervatórium 60 cm-es Ritchey–Chrétien-távcsővével (Adam Block felvétele)



A Tű-galaxis (NGC 4565 GX Com). Kovács Attila (Écs) felvétele

Egészen a Coma Berenices határán találjuk a fényes rávezető csillagoktól távol eső 9 magnitúdós NGC 4631-et, amely talán a tavaszi égbolt egyik legimpozánsabb nem Messier-galaxisa. A 12×2 ívperces éléről látszó, alakja miatt Bálna-galaxisnak nevezett égitest fizikai kapcsolatban áll a peremén lévő, 12 magnitúdós törpe elliptikus galaxisal, az NGC 4627-tel. A páros mindkét tagja kiválóan látható 15 cm-es műszerekkel, sőt a Bálna-galaxis felszínén egy 20 cm feletti távcső már finom inhomogenitásokat is megmutat. A 30 millió fényére lévő páros egy négyes rendszer tagja: a másik két rendszer az NGC 4656 és 4657, amelyek egy kölcsönható párost alkotnak – ezt Hokiütő-galaxisnak nevezik. Sajnos ez az érdekes alakzat halványabb a Bálna-galaxisnál, ennek ellenére 20-25 cm-es távcső már képes megmutatni külvárosi égen is – vidéken ehhez 15 cm körüli átmérő is elég.

A Coma Berenices északi szegletében három lenyűgöző szépségű galaxist érdemes felkeresni. Az NGC 4565 – a Tű-galaxis – az egyik legmeglepőbb megjelenésű objektum az égbolton. Az éléről látszó, 30-50 millió fényévre lévő galaxis 9,5 magnitúdós foltja 13×1 ívperces, nevét alakjáról – két szembefordított gombostű – kapta. 10 cm-es távcsövekkel is jól látható objektum, 20-25 cm-es távcső átlagos égbolton a porsáv nyomait is megmutatja. Kétségtől ez az égbolt legszebb éléről látszó galaxisa. Nem csupán a látványa, de valós mérete is impozáns: luminozitása az Andromeda-galaxisét is felülmúlja.



Az NGC 4725 GX Com (Mt. Lemmon Observatórium 60 cm-es RC távcsöve, Adam Block felvétele)

Két fokkal van északra tőle az NGC 4559, amely vele fizikai kapcsolatban állhat, hiszen távolsága ennek is 30–50 millió fényév közötti. Kiterjedtebb, ezért diffúzabb megjelenésű, halványabb. Az NGC 4559 összfényessége 9,6 magnitúdó, mérete 9×4 ívperc, de vizuálisan ebből főleg egy 5-6'×2'-es részt látunk, amelyre három előtérscillag vetül. A küllős galaxisnak (Sbc) laza spirálkarjai vannak, és hat önálló IC számmal jelzett foltot tartalmaz, amelyeket 30–40 cm körüli távcsövekkel érdemes keresni. A galaxis ovális, gyenge centrummal bíró feltűn a spirális szerkezet megpillantására is inkább csak 25 cm-es átmérő felett van esély.

A harmadik galaxis, az NGC 4725 valószínűleg szintén ehhez a csoporthoz tartozik, mivel távolsága 40 millió fényév. A távcsőben 5×3 ívperces, ovális foltnak látjuk, amelyben – ha jó szemünk, egünk és 15 cm-nél nagyobb távcsövünk van – fényes magot és egy hosszanti küllőt látunk. Megpillanthatjuk a galaxis egyedülálló gyűrűs struktúráját, elsősorban a gyűrűnek a küllő végeinél lévő fényesebb íveit. A galaxis 20 cm-es vagy nagyobb műszerben, jobb égbolton már kifejezetten látványos. A szűkebb térségében lévő galaxisokkal együtt izgalmas asztrofotós témát kínál.

A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum hó nap | | UT h m s | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold fázis h | | Pozíció CA PA | | Korrekció A B | |
|-----------------|----|-------------|----|----|----|---------------------|-----------------|------|------------------|-----|------------------|------|
| 4 | 3 | 0 | 46 | 18 | ki | 158835 7,1 | 93 | – 31 | 62 D | 252 | +2,3 | +0,6 |
| 4 | 3 | 21 | 12 | 39 | ki | 2223 3,9 | 87 | – 5 | 86 É | 282 | +0,5 | +1,1 |
| 4 | 4 | 2 | 47 | 46 | ki | 2247 5,4 | 86 | – 25 | 78 D | 266 | +1,8 | –0,5 |
| 4 | 7 | 0 | 29 | 54 | ki | 2633 3,8 | 62 | – 7 | 60 D | 238 | +1,4 | +2,3 |
| 4 | 7 | 1 | 1 | 58 | ki | 2638 5,3 | 61 | – 11 | 17 É | 341 | +0,0 | –1,4 |
| 4 | 8 | 2 | 22 | 57 | be | 2797 2,9 | 52 | – 14 | –87 D | 86 | +1,4 | +1,2 |
| 4 | 8 | 3 | 47 | 18 | ki | 2797 2,9 | 51 | – 20 | 78 É | 275 | +1,8 | +0,5 |
| 4 | 17 | 18 | 8 | 58 | be | 462 6,0 | 4 | + 9 | 55 D | 123 | –0,2 | –2,5 |
| 4 | 18 | 19 | 42 | 38 | be | 93806 7,7 | 9 | + 6 | 64 D | 112 | –0,3 | –1,8 |
| 4 | 18 | 19 | 45 | 3 | be | 618 7,2 | 9 | + 6 | 40 É | 37 | +0,2 | +0,1 |
| 4 | 20 | 16 | 7 | 30 | be | 913 5,1 | 25 | + 59 | 90 É | 92 | +1,6 | –0,6 |
| 4 | 20 | 19 | 22 | 40 | be | 930 8,0 | 26 | + 31 | 89 É | 92 | +0,5 | –1,4 |
| 4 | 20 | 20 | 18 | 48 | be | 940 5,8 | 27 | + 22 | 58 É | 62 | +0,5 | –0,7 |
| 4 | 20 | 20 | 20 | 18 | be | 95361 8,0 | 27 | + 21 | 61 D | 122 | +0,0 | –2,0 |
| 4 | 20 | 20 | 46 | 1 | be | 95383 8,3 | 27 | + 17 | 48 É | 51 | +0,4 | –0,4 |
| 4 | 21 | 18 | 49 | 39 | be | 1084 7,3 | 37 | + 45 | 19 D | 168 | –0,3 | –5,9 |
| 4 | 21 | 19 | 4 | 32 | be | 96588 7,8 | 37 | + 43 | 81 É | 89 | +1,0 | –1,1 |
| 4 | 21 | 19 | 45 | 7 | be | 96610 8,1 | 37 | + 37 | 52 É | 60 | +1,1 | –0,4 |
| 4 | 21 | 20 | 57 | 8 | be | 96669 8,0 | 38 | + 25 | 72 É | 80 | +0,4 | –1,1 |
| 4 | 24 | 18 | 54 | 21 | be | 1481 7,4 | 71 | + 55 | 74 É | 95 | +1,7 | –0,3 |
| 4 | 24 | 22 | 5 | 30 | be | 98990 7,8 | 72 | + 35 | 61 D | 141 | +0,5 | –2,3 |
| 4 | 24 | 23 | 55 | 33 | be | 1501 7,2 | 73 | + 17 | 58 D | 144 | +0,0 | –2,2 |
| 4 | 26 | 21 | 59 | 44 | be | 1728 6,7 | 89 | + 41 | 74 É | 101 | +1,5 | –1,1 |
| 4 | 28 | 19 | 13 | 46 | be | 1950 5,7 | 98 | + 27 | 73 É | 111 | +1,1 | +0,5 |

Évfordulók

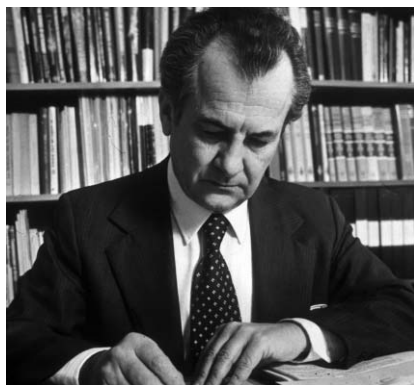
100 éve született Joseph Ashbrook

Joseph Ashbrook (1918. április 4., Philadelphia – 1980. augusztus 4., Weston) a Sky & Telescope ismertetős folyóirat nagy hatású szerzője volt. A Harvard Egyetemen 1947-ben szerzett PhD-fokozatot, majd 1953-ig a Yale és a Harvard Egyetemen oktatott. Beszédhibája miatt azonban felhagyott az oktatással, és a Sky & Telescope folyóirathoz került, előbb munkatársként, majd 1964-től haláláig a folyóirat szerkesztőjeként. Az észlelésekkel, elsősorban a rovatokhoz beküldött csillagfedések, fogyatkozások, kettős-csillagok, holdsarlók megfigyelésének összegzésével és közlésével foglalkozott. Tudományos munkásságának legfontosabb eredménye a Mars tengelyforgási periódusának meghatározása.

Nevét őrzi a 47P/Ashbrook–Jackson üstökös, amelynek első felfedezője volt, továbbá a (2157) Ashbrook kisbolygó és egy kráter a Hold déli pólusához közel.

Száz éve született Gérard de Vaucouleurs

Gérard Henri de Vaucouleurs (1918. április 25., Párizs – 1995. október 7., Austin) francia származású amerikai csillagász az extragalaxisok kutatásának jelentős alakja volt. Apjáról semmit sem tudunk, ami talán de Vaucouleurs szándékában is állt, hiszen



anyja nevét viselte. Anyjától kapta első két távcsövé, amellyel fiatal amatőr csillagászként figyelte meg a Holdat, bolygókat és csillagfedéseket. 1939-ben Párizsban kapott egyetemi diplomát. Csillagászati PhD-fokozatát a háború után szerezte meg a Sorbonne-on, azután Angliába emigrált. 1952–1957 között az ausztráliai Mount Stromlo Obszervatóriumban a déli égi galaxisainak felmérését vezette, majd 1957-ben véglegesen az USA-ban telepedett le.

Többször bővített kiadású galaxisatlógusai hamar ismertté tették nevét a szakmában: több ezer galaxis eredeti, jól kalibrált adatait közölte. Munkájában hű segítője és szerzőtársa volt felesége, Antoinette Pietra.

De Vaucouleurs még ausztráliai tartózkodása alatt figyelt föl arra, hogy az extragalaxisok a galaktikus pólusok mentén koncentrálnak, amit a Galaxis korongjának csillagközi fényelnyelésével és annak szelektív hatásával magyarázott. Ugyanitt tanulmányozta a Magellán-felhőket, és kimutatta mindkét felhő spirális szerkezetét. De Vaucouleurs nevét mégis leginkább a galaxisklasszifikációs rendszere öröközte meg: a Hubble-osztályokon túlmutató, asztrofizikai tartalmú osztályozást javasolt, amely többek között figyelembe veszi a galaxis spektrofotometriai színeit, hidrogéntartalmát, magjának koncentráltóságát és halójának alakját. Szintén róla nevezték el a galaxisfotometriai modell-fényességeloszlásokat, amely a sugár negyedik hatványával csökkenő fényességmenettel számol.

Foglalkozott a kozmikus távolságskála meghatározásával, és az úgynevezett „rövid” távolságskála híve volt, azaz a Hubble-állandó 80 és 100 (km/s/Mpc) közötti értéke mellett foglalt állást. Nézete szerint az Univerzum hierarchikus felépítésű (fraktálszerkezetű), és a kozmológiai állandó értéke nem nulla.

De Vaucouleurs az USA Nemzeti Tudományos Akadémiájának tagja volt.

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 1 | 1: 8,8 | Io | áv |
| | 1:17,3 | Ganymedes | ák |
| | 1:57,2 | Io | ev |
| | 3: 3,8 | Ganymedes | áv |
| | 23: 4,6 | Io | mv |
| 3 | 22:26,6 | Europa | ák |
| 4 | 0: 2,4 | Europa | ek |
| | 0:42,4 | Europa | áv |
| | 2:10,9 | Europa | ev |
| 5 | 21:16,7 | Europa | mv |
| 7 | 3:31,4 | Io | fk |
| | 0:52,1 | Io | ák |
| | 1:34,5 | Io | ek |
| | 3: 2,4 | Io | áv |
| | 21:59,8 | Io | fk |
| 9 | 0:50,2 | Io | mv |
| | 21:30,9 | Io | áv |
| | 22: 9,5 | Io | ev |
| 11 | 1: 0,7 | Europa | ák |
| | 2:20,4 | Europa | ek |
| | 3:16,6 | Europa | áv |
| | 21:10,5 | Ganymedes | fv |
| | 22:14,1 | Ganymedes | mk |
| | 23:20,4 | Ganymedes | mv |
| | 20: 9,0 | Europa | fk |
| 12 | 23:34,7 | Europa | mv |
| | 2:45,7 | Io | ák |
| 15 | 3:19,6 | Io | ek |
| | 23:53,3 | Io | fk |
| 16 | 2:35,0 | Io | mv |
| | 21:14,2 | Io | ák |
| | 21:45,7 | Io | ek |
| | 23:24,5 | Io | áv |
| | 23:54,4 | Io | ev |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 17 | 21: 1,1 | Io | mv |
| 18 | 23:20,3 | Ganymedes | fk |
| 19 | 1: 7,8 | Ganymedes | fv |
| | 1:34,2 | Ganymedes | mk |
| | 2:41,3 | Ganymedes | mv |
| | 22:44,2 | Europa | fk |
| | 1:51,4 | Europa | mv |
| 20 | 19:53,9 | Europa | ev |
| 21 | 1:47,0 | Io | fk |
| | 23: 7,9 | Io | ák |
| | 23:30,0 | Io | ek |
| | 1:18,3 | Io | áv |
| | 1:38,8 | Io | ev |
| 24 | 20:15,4 | Io | fk |
| | 22:45,4 | Io | mv |
| | 19:46,7 | Io | áv |
| | 20: 4,8 | Io | ev |
| | 1:19,4 | Europa | fk |
| 27 | 19:27,2 | Europa | ák |
| | 20: 0,0 | Europa | ek |
| | 21:43,5 | Europa | áv |
| | 22: 9,3 | Europa | ev |
| | 18:56,0 | Ganymedes | áv |
| 29 | 19:30,9 | Ganymedes | ev |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

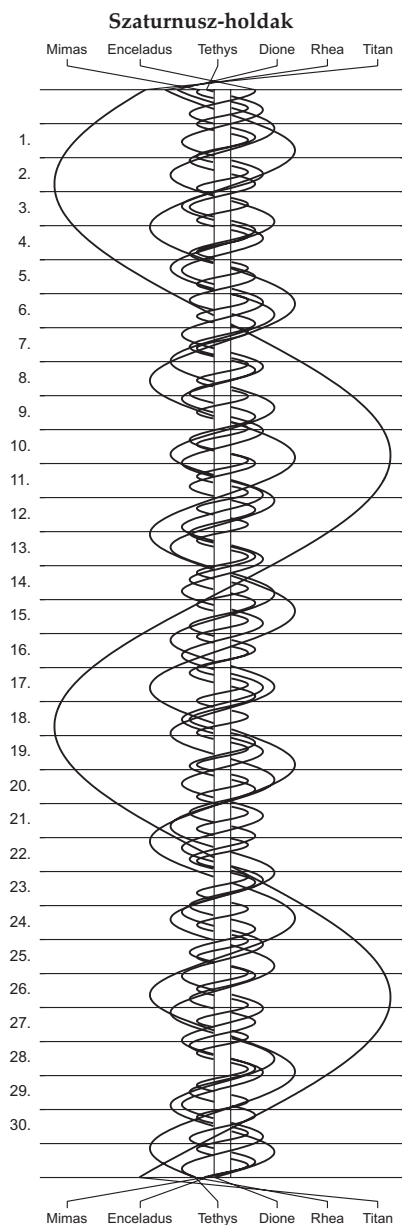
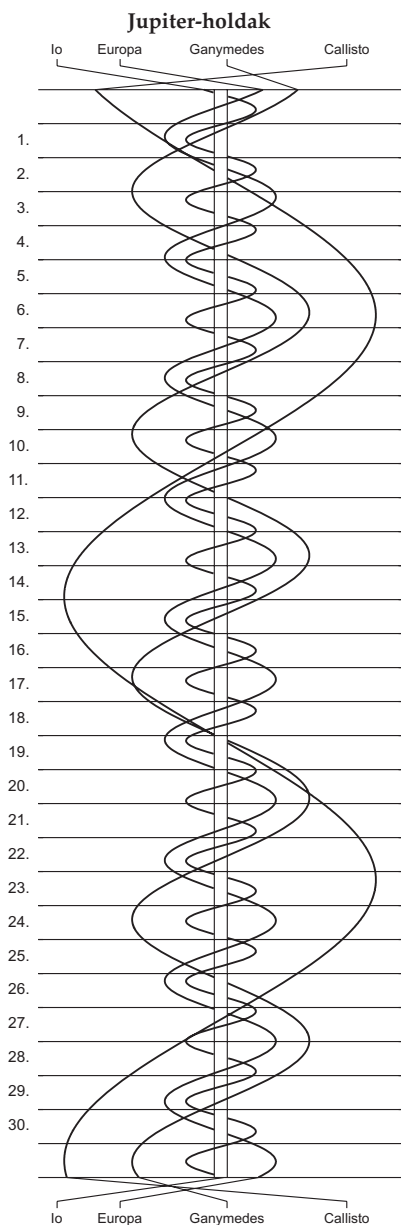
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – május**

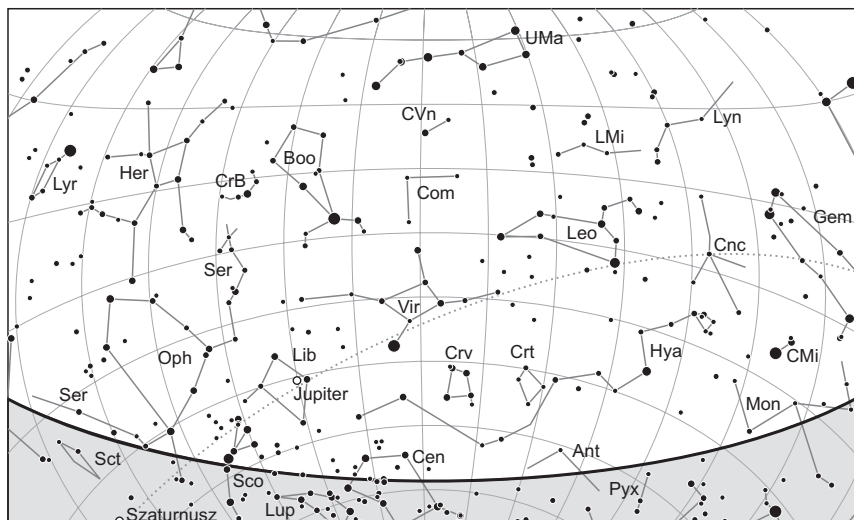
KÖZEI

| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis h m |
|-------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 1. k 121. | 4 27 | 11 41 | 18 55 | 57,6 | +2,8 | 20 22 | 0 31 | 5 36 | |
| 2. sz 122. | 4 25 | 11 41 | 18 57 | 57,9 | +3,0 | 21 24 | 1 18 | 6 09 | |
| 3. cs 123. | 4 24 | 11 40 | 18 58 | 58,2 | +3,1 | 22 21 | 2 07 | 6 47 | |
| 4. p 124. | 4 22 | 11 40 | 19 00 | 58,5 | +3,2 | 23 12 | 2 56 | 7 29 | |
| 5. sz 125. | 4 21 | 11 40 | 19 01 | 58,8 | +3,3 | 23 58 | 3 44 | 8 17 | |
| 6. v 126. | 4 19 | 11 40 | 19 02 | 59,1 | +3,3 | – | 4 32 | 9 09 | |
| 19. hét | | | | | | | | | |
| 7. h 127. | 4 18 | 11 40 | 19 04 | 59,4 | +3,4 | 0 38 | 5 20 | 10 06 | |
| 8. k 128. | 4 16 | 11 40 | 19 05 | 59,6 | +3,5 | 1 13 | 6 06 | 11 05 | ● 3 09 |
| 9. sz 129. | 4 15 | 11 40 | 19 06 | 59,9 | +3,5 | 1 43 | 6 52 | 12 08 | |
| 10. cs 130. | 4 13 | 11 40 | 19 08 | 60,2 | +3,6 | 2 11 | 7 37 | 13 12 | |
| 11. p 131. | 4 12 | 11 40 | 19 09 | 60,4 | +3,6 | 2 37 | 8 23 | 14 18 | |
| 12. sz 132. | 4 11 | 11 40 | 19 10 | 60,7 | +3,6 | 3 03 | 9 10 | 15 27 | |
| 13. v 133. | 4 09 | 11 40 | 19 12 | 60,9 | +3,6 | 3 29 | 9 58 | 16 38 | |
| 20. hét | | | | | | | | | |
| 14. h 134. | 4 08 | 11 40 | 19 13 | 61,2 | +3,7 | 3 57 | 10 49 | 17 52 | |
| 15. k 135. | 4 07 | 11 40 | 19 14 | 61,4 | +3,6 | 4 29 | 11 42 | 19 07 | ● 12 48 |
| 16. sz 136. | 4 05 | 11 40 | 19 15 | 61,6 | +3,6 | 5 07 | 12 39 | 20 22 | |
| 17. cs 137. | 4 04 | 11 40 | 19 17 | 61,9 | +3,6 | 5 52 | 13 39 | 21 33 | |
| 18. p 138. | 4 03 | 11 40 | 19 18 | 62,1 | +3,6 | 6 45 | 14 40 | 22 36 | |
| 19. sz 139. | 4 02 | 11 40 | 19 19 | 62,3 | +3,5 | 7 47 | 15 41 | 23 30 | |
| 20. v 140. | 4 01 | 11 40 | 19 20 | 62,5 | +3,5 | 8 56 | 16 40 | – | |
| 21. hét | | | | | | | | | |
| 21. h 141. | 4 00 | 11 40 | 19 22 | 62,7 | +3,4 | 10 08 | 17 36 | 0 15 | |
| 22. k 142. | 3 59 | 11 40 | 19 23 | 62,9 | +3,4 | 11 21 | 18 28 | 0 52 | ● 4 49 |
| 23. sz 143. | 3 58 | 11 40 | 19 24 | 63,1 | +3,3 | 12 33 | 19 18 | 1 24 | |
| 24. cs 144. | 3 57 | 11 40 | 19 25 | 63,3 | +3,2 | 13 43 | 20 06 | 1 52 | |
| 25. p 145. | 3 56 | 11 41 | 19 26 | 63,5 | +3,1 | 14 52 | 20 53 | 2 18 | |
| 26. sz 146. | 3 55 | 11 41 | 19 27 | 63,7 | +3,0 | 16 00 | 21 39 | 2 43 | |
| 27. v 147. | 3 54 | 11 41 | 19 28 | 63,8 | +2,9 | 17 06 | 22 26 | 3 10 | |
| 22. hét | | | | | | | | | |
| 28. h 148. | 3 53 | 11 41 | 19 29 | 64,0 | +2,8 | 18 11 | 23 13 | 3 38 | |
| 29. k 149. | 3 52 | 11 41 | 19 30 | 64,2 | +2,7 | 19 13 | – | 4 09 | ○ 15 19 |
| 30. sz 150. | 3 52 | 11 41 | 19 31 | 64,3 | +2,5 | 20 13 | 0 01 | 4 44 | |
| 31. cs 151. | 3 51 | 11 41 | 19 32 | 64,4 | +2,4 | 21 07 | 0 49 | 5 24 | |

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

május

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|---------------------------------------|---|--|
| 1. | 2 458 240 | 14 35 30 | <i>A munka ünnepe</i> ; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József |
| 2. | 2 458 241 | 14 39 27 | Zsigmond, Ráhel |
| 3. | 2 458 242 | 14 43 23 | Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin |
| 4. | 2 458 243 | 14 47 20 | Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László |
| 5. | 2 458 244 | 14 51 17 | Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola |
| 6. | 2 458 245 | 14 55 13 | Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara |
| 7. | 2 458 246 | 14 59 10 | Gizella, Dalma |
| 8. | 2 458 247 | 15 03 06 | Mihály, Géza, Győző, Péter |
| 9. | 2 458 248 | 15 07 03 | Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta |
| 10. | 2 458 249 | 15 10 59 | Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra |
| 11. | 2 458 250 | 15 14 56 | Ferenc, Jakab |
| 12. | 2 458 251 | 15 18 52 | Pongrác, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor |
| 13. | 2 458 252 | 15 22 49 | Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta |
| 14. | 2 458 253 | 15 26 46 | Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna |
| 15. | 2 458 254 | 15 30 42 | Zsófia, Szonja, Dóníz, Izóra, János |
| 16. | 2 458 255 | 15 34 39 | Mózes, Botond, János, Simon |
| 17. | 2 458 256 | 15 38 35 | Paszkál, Andor |
| 18. | 2 458 257 | 15 42 32 | Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra |
| 19. | 2 458 258 | 15 46 28 | Ivó, Milán |
| 20. | 2 458 259 | 15 50 25 | <i>Pünkösöd</i> ; Bernát, Felícia, Hanna, Johanna |
| 21. | 2 458 260 | 15 54 21 | <i>Pünkösöd</i> ; Konstantin, András, Mirella |
| 22. | 2 458 261 | 15 58 18 | Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta |
| 23. | 2 458 262 | 16 02 15 | Dezső, Renáta, Vilmos |
| 24. | 2 458 263 | 16 06 11 | Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia |
| 25. | 2 458 264 | 16 10 08 | Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk |
| 26. | 2 458 265 | 16 14 04 | Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér |
| 27. | 2 458 266 | 16 18 01 | Hella, Ágoston, Gyula |
| 28. | 2 458 267 | 16 21 57 | Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos |
| 29. | 2 458 268 | 16 25 54 | Magdolna, Mária |
| 30. | 2 458 269 | 16 29 50 | Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor |
| 31. | 2 458 270 | 16 33 47 | Angéla, Petronella, Mária, Matild |



A déli égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap folyamán nincs megfigyelésre kedvező helyzetben. A hónap elején bő háromnegyed órával kel a Nap előtt, a keleti látóhatár közelében kereshető. Láthatósága lassan romlik, ahogy közeledik a Naphoz, 20-a után belevész a pirkadati fénybe.

Vénusz: Fényesen ragyog napnyugta után az esti nyugati égen. Láthatósága nagyon jó, több mint két és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $11,5''$ -ről $13,1''$ -re nő, fázisa $0,88$ -ról $0,81$ -ra csökken.

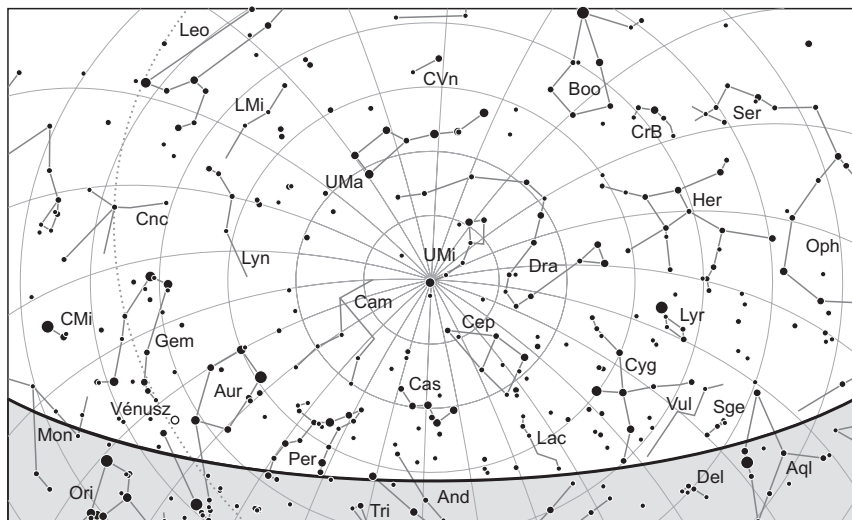
Mars: Előretartó mozgást végez a Nyilas, majd 15-től a Bak csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti égen mint fényes vörös égitest. Fényessége $-0,4^m$ -ről $-1,2^m$ -ra, látszó átmérője $11''$ -ről $15,1''$ -re nő.

Jupiter: A Mérleg csillagkép közepén végzi hátráló mozgását, 9-én szembenállásban van a Nappal. Egész éjszaka megfigyelhető a déli égen mint ragyogó fényű égitest. Fényessége $-2,5^m$, átmérője $45''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető alacsonyan a déli égen. Fényessége $0,3^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: A hónap második felétől újra kereshető, hajnalban kel. Napkelte előtt a délkeleti ég alján, közel a látóhatárhoz látszik. Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

Neptunusz: Hajnalban kel. A szürkületben kereshető a Vízöntő csillagképben, a délkeleti látóhatár közelében. Előretartó mozgása kezd lassulni.



Az északi égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 05.02. | 20:32 | a (39) Laetitia kisbolygó oppozícióban (10,3 magnitúdós, Mérleg csillagkép) |
| 05.03. | 16:55 | a Merkúr dichotómiája (26,6°-os nyugati elongáció, 7,5" látszó átmérő) |
| 05.04. | 1:13 | a Jupitertől 5' 16"-cel délre látható a v Lib (5,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 05.04. | 1:13 | a (4) Vesta kisbolygó (6,4 magnitúdós) 31'-cel délre látható az M18 nyílthalmaztól (6,9 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.04. | 23:39 | a Szaturnusz 2,3°-kal délnyugatra látható a 78,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben |
| 05.06. | 0:33 | a Hold földtávolban (404 418 km, látszó átmérő: 29' 33", 69,1%-os, csökkenő holdfázis) |
| 05.06. | 1:08 | a (13) Egeria kisbolygó (10,4 magnitúdós) 7'-cel délre látható az 1 Sco-tól (4,6 magnitúdós) |
| 05.06. | 2:45 | a Mars 2,7°-kal délkeletre látható a 68,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 05.06. | 8:44 | a Hold minimális librációja ($l = -1,37^\circ$, $b = -1,45^\circ$, 66,2%-os, csökkenő holdfázis) |
| 05.06. | 20:15 | a (7) Iris kisbolygó (10,2 magnitúdós) 25'-cel északra látható az NGC 2175 nyílthalmaztól (6,8 magnitúdós) az Orion csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 05.07. | 1:06 | a (9) Metis kisbolygó (10,6 magnitúdós) 45'-cel délkeletre látható a Cr 367 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.08. | 2:09 | utolsó negyed (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 29' 44") |
| 05.08. | 2:35 | a Hold mögé belép az 1 Capricorni (4,3 magnitúdós, 50%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 03:21 UT-kor |
| 05.08. | 16:30 | a (15) Eunomia kisbolygó oppozícióban (9,8 magnitúdós, Kentaur csillagkép) |
| 05.08. | 20:20 | a (20) Massalia kisbolygó (11,0 magnitúdós) 10'-cel délkeletre látható a 63 Gem-től (5,2 magnitúdós) |
| 05.09. | 0:03 | az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, a jelenség vége 02:14 UT |
| 05.09. | 0:41 | a Jupiter oppozícióban a Mérleg csillagképben (–2,5 magnitúdós, 44,77" átmérő) |
| 05.09. | 6:00 | η Aquaridák meteorraj maximuma |
| 05.10. | 7:40 | a (16) Psyche kisbolygó oppozícióban (10,4 magnitúdós, Mérleg csillagkép) |
| 05.11. | 20:27 | a (11) Parthenope kisbolygó (11,8 magnitúdós) 32'-cel északra látható a Kaptártól (M44, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben |
| 05.12. | 20:30 | a (60) Echo kisbolygó (11,6 magnitúdós) 2'-cel északnyugatra látható az η Lib-től (5,4 magnitúdós) |
| 05.13. | 2:32 | a Hold maximális librációja ($l = -6,32^\circ$, $b = +6,25^\circ$, 7,5%-os, csökkenő holdfázis) |
| 05.14. | 0:48 | a Marstól 19'-cel északra látható az M75 gömbhalmaz (8,6 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.14. | 20:35 | a (7) Iris kisbolygó (10,3 magnitúdós) 7'-cel keletre látható a 15 Gem-től (6,5 magnitúdós) |
| 05.15. | 0:45 | a Szaturnuszról 1,6°-kal délre látható az M22 gömbhalmaz (5,2 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.15. | 11:48 | újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32' 30") |
| 05.17. | 1:40 | a (9) Metis kisbolygó (10,4 magnitúdós) 7'-cel északra látható az NGC 6544 gömbhalmaztól (7,5 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.17. | 19:13 | a Vénusz 5,5°-kal északra látható a 7,5%-os, növekvő fázisú Holdtól a Bika csillagképben |
| 05.17. | 19:42 | a Vénusztól 24,3'-cel délnyugatra látható a 132 Tau (4,9 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 05.17. | 20:56 | a Hold földközelpontban (363 798 km, látszó átmérő: 32' 51", 7,9%-os, növekvő holdfázis) |
| 05.18. | 19:44 | az (1) Ceres törpebolygó (8,6 magnitúdós) 8'-cel délnyugatra látható a κ Leo-tól (4,5 magnitúdós) |
| 05.18. | 19:56 | a (13) Egeria kisbolygó oppozícióban (10,2 magnitúdós, Mérleg csillagkép) |
| 05.18. | 20:45 | a (349) Dembowska kisbolygó (11,6 magnitúdós) 10'-cel északnyugatra látható a κ Aur-tól (4,3 magnitúdós) |
| 05.19. | 15:24 | a Hold minimális librációja ($l = +1,99^\circ$, $b = +1,54^\circ$, 22,7%-os, növekvő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 05.20. | 19:29 | a Vénusztól 1,0°-kal délkeletre látható az M35 nyílthalmaz (5,1 magnitúdós) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben |
| 05.21. | 0:30 | a Marstól 14' 40"-cel északkeletre látható a 4 Cap (5,9 magnitúdós) |
| 05.21. | 0:30 | a (9) Metis kisbolygó (10,3 magnitúdós) 41'-cel délre látható a Lagúna-ködtől (M8, 5,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.21. | 18:59 | a Vénusz kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkor magassága 18,1°, -4,0 magnitúdós, fázisa 83% |
| 05.22. | 0:28 | a (4) Vesta kisbolygó (6,0 magnitúdós) 35'-cel északnyugatra látható az M24 tejútfolttól (3,1 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.22. | 3:49 | első negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 01") |
| 05.22. | 6:03 | a Vénusz eléri legnagyobb deklinációját +25° 3'-nél az Ikrek csillagképben |
| 05.25. | 21:44 | a 86,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 14' 13"-cel délnyugatra látható a 65 Vir (5,9 magnitúdós) |
| 05.26. | 14:44 | a Hold maximális librációja ($l = +5,33^\circ$, $b = -6,53^\circ$, 91,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 05.27. | 19:54 | a Jupiter 3,1°-kal délnyugatra látható a 96,7%-os, növekvő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben |
| 05.27. | 19:57 | a Vénusztól 24,6'-cel északkeletre látható az ϵ Gem (3,1 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 05.28. | 0:14 | a (88) Thisbe kisbolygó (11,0 magnitúdós) 15'-cel északnyugatra látható a σ Cap-tól (5,3 magnitúdós) |
| 05.28. | 22:38 | a 99,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 8' 52"-cel délre látható a θ Lib (4,1 magnitúdós) |
| 05.29. | 14:20 | telehold (a Hold a Kígyóirtató csillagképben, látszó átmérője 29' 58") |
| 05.29. | 21:13 | az (1) Ceres törpebolygó (8,6 magnitúdós) 11'-cel délkeletre látható a 9 Leo-tól (6,6 magnitúdós) |
| 05.31. | 19:59 | a Vénusztól 23,1'-cel délnyugatra látható az ω Gem (5,2 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 05.31. | 23:12 | a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete, a jelenség vége 2018.06.01, 00:56 UT |

Együttállások

Május 4-én 23:00 UT körül a Hold és a Szaturnusz párosa egymástól 2°-ra lesz megfigyelhető a délkeleti horizont felett 5°-kal, a Sagittarius csillagképben. Az idő előrehaladtával távolságuk nő, a szürkület kezdetéig körülbelül 3 fokra. Május 6-án hajnalban (01:50 UT környékén) a Mars mellett találjuk égi kísérőnket, távolságuk ekkor, a szürkület elején, 2,4° lesz.

Május 27-én az esti szürkületben (19:00 UT) a Jupitertől 2,9°-ra találjuk a teliholdat. Az este folyamán a páros ugyanolyan szépen lesz látható, de távolságuk lassan nő. A Jupitertől 1,2°-kal délnyugatra lesz a januárban bemutatott fényes és látványos binokuláros kettős, az α Librae (Zubenelgenubi).

Célpontban a Vénusz felhőtakarója

Május 1-jén a felső együttállásából 27° -ra távolodott apró vénuszkorong kiváló körülmények között figyelhető meg az esti égen. A 0,88 fázisú, $11,5''$ átmérőjű és $-3,9$ magnitúdós fényességű bolygó korongján még szinte a teljes felhőtakaró vizsgálható. A boly-



A Vénusz globális felhőmintázata 0,82 fázis mellett. Carmine Gargiulo 15 cm-es távcsővel készült felvétele (2017.08.24 05:45 UT), vörösben Astronomik R, UV-ben Baader U Venus szűrővel.

gó két és fél órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor még 23° -kal tartózkodik a horizont fölött. Nagyobb tükrös távcsövekkel, ultraibolya és infravörös szűrőkkel felszerelve megörökíthetjük a bolygó globális felhőmintázatát. Négy egymás utáni derült este képeiből pedig a teljes felhőtakaró térképét is elkészíthetjük.

Nap-éj egyenlőség a növekvő Marson

A vörös bolygón május 23-án következik be az északi félteke őszi és a déli félteke tavaszi nap-éj egyenlősége ($L_s = 180^\circ$). A Mars májusban már jókora, $13,9''$ -es átmérővel, $-1,0$ magnitúdós fényességgel és $0,90$ fázis mellett hív észlelésre. A Mars alacsony deklináción figyelhető meg, napkelte előtt egy órával 19° -kal emelkedik a horizont fölé a Bak csillagkép szélén. A felénk billenő déli félteke mellett nem könnyű, de érdekes megpillantani az északi poláris csuklya szélét. A tél sötétjéből kilépő déli póluson a poláris csuklya lassan oszlásnak indul.

Oppozícióban a Jupiter

A Mérleg csillagképben járó bolygóóriás szembenállására május 9-én kerül sor. A $-2,5$ magnitúdós fényességű és $45''$ -es bolygó jól megfigyelhető, késő esti delelésekor 26° -kal emelkedik a horizont fölé. A szembenállás estéjén 20:29 UT-kor a centrálmeridiánon (CM) az északi egyenlítői sáv (NEB) fölött vonul át az Io, az apró holdkoronghoz tapadva annak fekete árnyékíve. A bolygó keringése során ebben az évben láthatunk rá leg-



A Jupiter Szántó Szabolcs felvételén, 2017. május 29-én 19:51 UT-kor. A déli egyenlítői sávban (SEB) a Nagy Vörös Folt a centrálmeridián felé közelít. A NEB projekciójából sötét fűzérsek futnak az egyenlítői zónába. A korong peremén az Io, a korongon kívül az Europa látható, mindkét hold árnyéka a bolygókorongra vetül. Észak lefelé van; 25,4 T

jobban a déli pólusára. A szemlélő az egyenlítői sávokat most kivételesen nagyon finoman íveltnek láthatja, az egyéjszakás felvételsorozatból részleges déli pólusprojekciót készíthetünk. A kitartó észlelők ha egy-két hónapos időintervallumban ugyanazon CM hosszúságról készítenek képeket, azokon a széláramokban tovasodródó alakzatok mozgását is megörökíthetik. A Galilei-holdak észlelése is jó lehetőségünk van: oppozíciókor a Ganymedes 1,65", a Callisto 1,51", az Io 1,14", az Europa pedig 0,98" átmérőjű lesz. Nagyobb műszerekkel felszíni részleteket is láthatunk, illetve fotózhatunk a Ganymedesen és az Ión.

Üstökösök

C/2016 M1 (PANSTARRS). Az augusztus 10-i napközelsége felé tartó, 10,5–9,5 magnitúdó között fényesedő üstökös az éjszaka második felében észlelhető az Aquila, majd a Sagittarius csillagképben. A délnek tartó üstökös deklinációja gyorsan csökken, így megfigyelése egyre nehezebbé válik, miközben 3-án és 4-én a 12 magnitúdós NGC 6814 galaxistól 21 ívpercre láthatjuk, 27-én pedig 47 ívperccel északnyugatra mutatkozik az 5,6 magnitúdós 50 Sagittariustól. Érdekesség, hogy ezekben a napokban 1,4 fokra megközelíti a 14,5 magnitúdós (134340) Pluto törpebolygót, miközben 28-án keresztezi az ekliptika síkját.

C/2016 N6 (PANSTARRS). A Lynx csillagképben halad dél felé ez a 13 magnitúdós, bolygónktól igen messze, 450 millió km-re járó üstökös. A cirkumpoláris, de az esti égen jobban megfigyelhető égitest 1-jén 40 ívperccel keletre látható az 5,0 magnitúdós 24 Lyncistől, 27-én 7 ívperccel északra lesz az 5,5 magnitúdós 26 Lyncistől, másnap pedig 9 ívperccel délkeletre a 6,3 magnitúdós 25 Lyncistől. Ígéretesnek tűnik 10-én esti együttállása, amikor szinte összeér a 14 magnitúdós NGC 2446 galaxissal.

C/2016 R2 (PANSTARRS). Az esti égen, a Capella közelében látszó üstökös hiába éri el 9-én napközben perihéliumát ($q = 2,602$ CSE), nagy földtávolsága miatt fényessége 12,5–13 magnitúdó között stagnál. A hónap végén már cirkumpolárisá válik, ám láthatósága a Nap magas deklinációja miatt gyorsan romlik. Porban gazdag kómája – akárcsak a másik két üstökösénél – fotografikus észlelések során mutatkozhat meg teljes szépségében.

A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum | | UT | | | J | Csillag ZC/SAO | Hold | | | Pozíció | | Korrektció | |
|-------|-----|----|----|----|----|-------------------|-------|----|-----|---------|-----|------------|------|
| hó | nap | h | m | s | | | fázis | h | | CA | PA | A | B |
| 5 | 8 | 2 | 35 | 27 | be | 3126 4,3 | 50 – | 18 | –37 | É | 19 | +1,4 | +2,9 |
| 5 | 8 | 3 | 20 | 52 | ki | 3126 4,3 | 50 – | 22 | 30 | É | 312 | +2,0 | –0,4 |
| 5 | 17 | 19 | 43 | 31 | be | 94934 7,3 | 7 + | 6 | 69 | É | 75 | –0,1 | –0,9 |
| 5 | 18 | 8 | 2 | 57 | be | 995 4,1 | 12 + | 20 | 10 | É | 17 | –0,8 | +3,7 |
| 5 | 18 | 20 | 55 | 47 | be | 96312 7,4 | 15 + | 5 | 63 | D | 125 | –0,5 | –1,7 |
| 5 | 19 | 18 | 57 | 37 | be | 97359 7,8 | 24 + | 33 | 67 | É | 79 | +0,8 | –1,1 |
| 5 | 19 | 19 | 35 | 28 | be | 97385 8,6 | 24 + | 27 | 61 | É | 73 | +0,6 | –1,0 |
| 5 | 19 | 21 | 17 | 59 | be | 1202 7,1 | 25 + | 10 | 89 | É | 101 | –0,2 | –1,4 |
| 5 | 20 | 19 | 10 | 49 | be | 1331 6,3 | 34 + | 39 | 20 | É | 36 | +2,5 | +2,0 |
| 5 | 22 | 21 | 2 | 14 | be | 118535 7,9 | 58 + | 32 | 51 | D | 152 | +0,3 | –2,5 |
| 5 | 22 | 21 | 16 | 16 | be | 1580 7,6 | 58 + | 30 | 32 | D | 170 | –0,1 | –3,1 |
| 5 | 23 | 19 | 3 | 40 | be | 1693 7,5 | 68 + | 47 | 51 | D | 154 | +0,9 | –2,2 |
| 5 | 25 | 21 | 6 | 41 | be | 139316 7,7 | 86 + | 36 | 75 | D | 131 | +1,3 | –1,5 |
| 5 | 25 | 21 | 10 | 35 | be | 1923 7,0 | 86 + | 36 | 49 | É | 75 | +2,1 | –0,2 |

Évforduló

300 éve született Jean-Philippe Loys de Cheseaux

Loys de Cheseaux (1718. május 4., Lausanne – 1751. november 30., Párizs) korának ünnepelt polihisztor és a kozmológia tudományának egyik előfutára volt. Vezető értelmiségi családba született, nagyapja Jean-Pierre de Crousaz matematikus, a párizsi akadémia tagja volt. Loys de Cheseaux tanulmányai során elsősorban a klasszikus nyelvek, a teológia és a fizikai, mérnöki tudományok iránt mutatott érdeklődést. Első, fizikai tárgyú monográfiája tizenhét éves korában jelent meg. Csillagászati tevékenysége megfigyelőként is jelentős, üstökösök megfigyelésébe és szisztematikus keresésébe kezdett, amelynek eredményeképpen fölfedezett egy üstököst, és általános módszert adott az üstököscsóvák jellemzésére. 1745-ben és 1746-ban hat csillaghalmazt is felfedezett, ezek M4, M16, M17, M25, M35 valamint M71 jelöléssel kerültek be Charles Messier katalógusába.



„Miért van sötét éjszaka?” – a kérdést Keplertől Olbersig többen fölvetették, a mai ismereteinknek megfelelő első szisztematikus tárgyalása viszont Loys de Cheseaux nevéhez fűződik. Legelőremutatóbb munkájában korának kozmológiai kérdéseit vizsgálta. Akkoriban a Világegyetemet teológiai alapon statikusnak és végtelennek képelték el. Mivel a fény véges sebességgel terjed, minél távolabb van egy objektum, annál korábbi állapotában látjuk, és egy bizonyos horizonton túli világ fénye még nem juthatott el hozzánk, egyszerűen mert nem telt el elég idő a világ teremtése óta. Loys de Cheseaux érvel e világkép mellett az éjszakai sötétséggel: ha éjszaka sötét van, akkor csak véges számú csillagot láthatunk. Ez végtelen méretű Világegyetemben csak úgy képzelhető el, ha az előbbiek szerint horizontot hoz létre a világ teremtése (vagyis a világnak van kezdete az időben), vagy a Világegyetem fényelnyelő közeggel van kitöltve.

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 1 | 1: 1,7 | Io | ák |
| | 1:13,9 | Io | ek |
| | 22: 9,2 | Io | fk |
| 2 | 0:29,3 | Io | mv |
| | 19:30,2 | Io | ák |
| | 19:39,9 | Io | ek |
| | 21:40,6 | Io | áv |
| | 21:48,8 | Io | ev |
| 3 | 18:55,3 | Io | mv |
| 5 | 22: 2,4 | Europa | ák |
| | 22:14,6 | Europa | ek |
| 6 | 0:18,7 | Europa | áv |
| | 0:24,4 | Europa | ev |
| | 21: 8,3 | Ganymedes | ák |
| | 21:37,9 | Ganymedes | ek |
| | 22:49,4 | Ganymedes | ev |
| | 22:54,3 | Ganymedes | áv |
| 7 | 19:29,4 | Europa | mv |
| 9 | 0: 3,3 | Io | fk |
| | 2:13,9 | Io | fv |
| | 21:23,6 | Io | ek |
| | 21:24,2 | Io | ák |
| | 23:32,6 | Io | ev |
| | 23:34,6 | Io | áv |
| 10 | 20:42,5 | Io | fv |
| 13 | 0:29,1 | Europa | ek |
| | 0:37,9 | Europa | ák |
| 14 | 0:51,9 | Ganymedes | ek |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 14 | 1: 6,3 | Ganymedes | ák |
| | 2: 7,5 | Ganymedes | ev |
| | 19:33,2 | Europa | mk |
| | 22: 3,8 | Europa | fv |
| 16 | 1:47,8 | Io | mk |
| | 23: 7,5 | Io | ek |
| | 23:18,3 | Io | ák |
| 17 | 1:16,5 | Io | ev |
| | 1:28,6 | Io | áv |
| | 20:13,9 | Io | mk |
| | 22:36,8 | Io | fv |
| 18 | 19:42,6 | Io | ev |
| | 19:57,2 | Io | áv |
| 21 | 21:47,7 | Europa | mk |
| 22 | 0:38,8 | Europa | fv |
| 24 | 0:51,7 | Io | ek |
| | 1:12,5 | Io | ák |
| | 20:59,6 | Ganymedes | fv |
| | 21:58,2 | Io | mk |
| 25 | 0:31,2 | Io | fv |
| | 19:17,9 | Io | ek |
| | 19:41,1 | Io | ák |
| | 21:27,0 | Io | ev |
| | 21:51,3 | Io | áv |
| 29 | 0: 3,0 | Europa | mk |
| 30 | 20:20,0 | Europa | ev |
| | 21:23,8 | Europa | áv |
| 31 | 21:10,7 | Ganymedes | mk |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-------------------------------|------------------------------|----------------|
| 31 | 22:39,7 23:11,6 23:43,1 | Ganymedes Ganymedes Io | mv fk mk |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

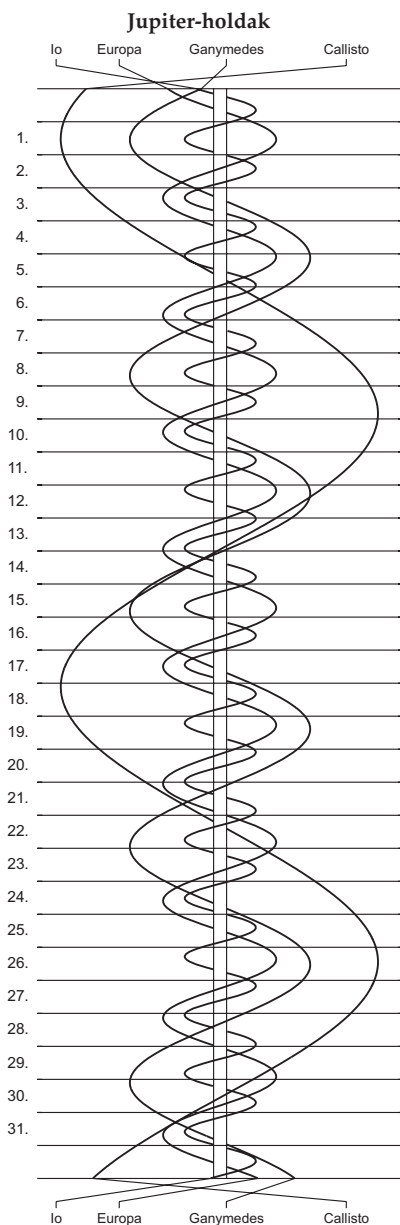
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

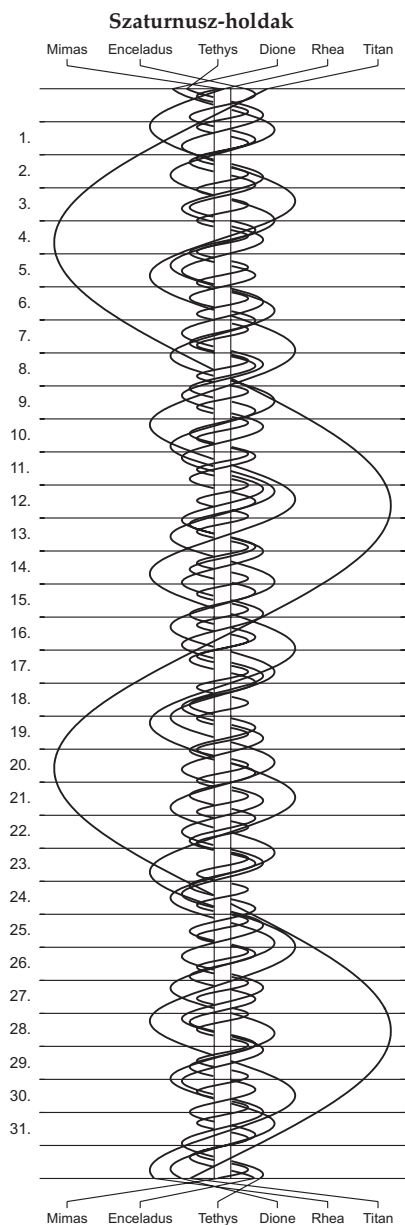
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – június**

KÖZEI

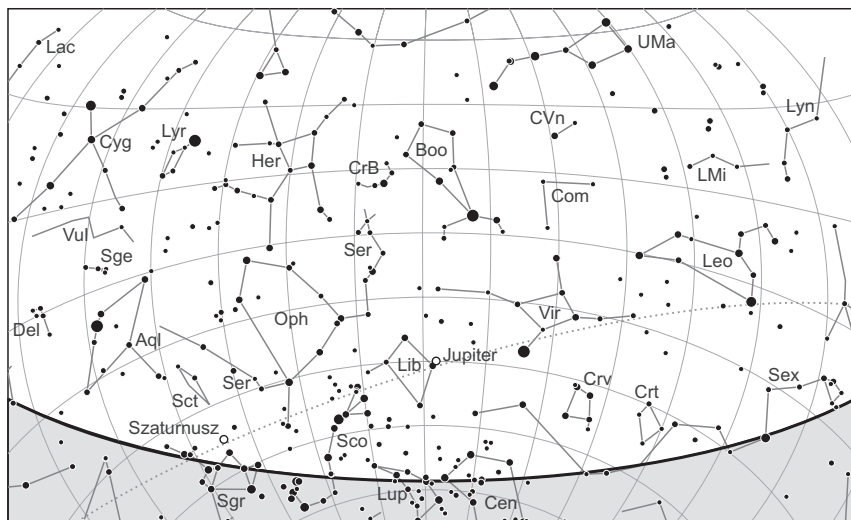
| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis h m |
|-----------------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 1. p 152. | 3 50 | 11 41 | 19 33 | 64,6 | +2,2 | 21 55 | 1 38 | 6 09 | ● 19 32 |
| 2. sz 153. | 3 50 | 11 42 | 19 34 | 64,7 | +2,1 | 22 37 | 2 27 | 7 00 | |
| 3. v 154. 23. hét | 3 49 | 11 42 | 19 35 | 64,8 | +1,9 | 23 14 | 3 14 | 7 55 | |
| 4. h 155. | 3 49 | 11 42 | 19 36 | 65,0 | +1,8 | 23 45 | 4 01 | 8 54 | |
| 5. k 156. | 3 48 | 11 42 | 19 37 | 65,1 | +1,6 | – | 4 47 | 9 54 | |
| 6. sz 157. | 3 48 | 11 42 | 19 37 | 65,2 | +1,4 | 0 14 | 5 31 | 10 57 | |
| 7. cs 158. | 3 47 | 11 42 | 19 38 | 65,3 | +1,2 | 0 40 | 6 16 | 12 01 | |
| 8. p 159. | 3 47 | 11 43 | 19 39 | 65,4 | +1,0 | 1 05 | 7 01 | 13 07 | |
| 9. sz 160. | 3 47 | 11 43 | 19 40 | 65,5 | +0,8 | 1 30 | 7 47 | 14 16 | |
| 10. v 161. 24. hét | 3 46 | 11 43 | 19 40 | 65,5 | +0,6 | 1 56 | 8 36 | 15 27 | |
| 11. h 162. | 3 46 | 11 43 | 19 41 | 65,6 | +0,4 | 2 25 | 9 27 | 16 41 | ● 20 43 |
| 12. k 163. | 3 46 | 11 43 | 19 41 | 65,7 | +0,2 | 3 00 | 10 23 | 17 57 | |
| 13. sz 164. | 3 46 | 11 44 | 19 42 | 65,7 | +0,0 | 3 40 | 11 22 | 19 11 | |
| 14. cs 165. | 3 46 | 11 44 | 19 42 | 65,8 | –0,2 | 4 30 | 12 24 | 20 20 | |
| 15. p 166. | 3 45 | 11 44 | 19 43 | 65,8 | –0,4 | 5 30 | 13 27 | 21 21 | |
| 16. sz 167. | 3 45 | 11 44 | 19 43 | 65,9 | –0,6 | 6 38 | 14 29 | 22 11 | |
| 17. v 168. 25. hét | 3 45 | 11 45 | 19 44 | 65,9 | –0,8 | 7 52 | 15 28 | 22 53 | |
| 18. h 169. | 3 46 | 11 45 | 19 44 | 65,9 | –1,0 | 9 07 | 16 23 | 23 27 | |
| 19. k 170. | 3 46 | 11 45 | 19 44 | 65,9 | –1,2 | 10 22 | 17 15 | 23 57 | |
| 20. sz 171. | 3 46 | 11 45 | 19 45 | 65,9 | –1,5 | 11 34 | 18 05 | – | |
| 21. cs 172. | 3 46 | 11 45 | 19 45 | 65,9 | –1,7 | 12 44 | 18 52 | 0 24 | ● 11 51 |
| 22. p 173. | 3 46 | 11 46 | 19 45 | 65,9 | –1,9 | 13 52 | 19 38 | 0 49 | |
| 23. sz 174. | 3 46 | 11 46 | 19 45 | 65,9 | –2,1 | 14 58 | 20 24 | 1 15 | |
| 24. v 175. 26. hét | 3 47 | 11 46 | 19 45 | 65,9 | –2,3 | 16 03 | 21 10 | 1 42 | |
| 25. h 176. | 3 47 | 11 46 | 19 45 | 65,9 | –2,5 | 17 05 | 21 57 | 2 11 | |
| 26. k 177. | 3 47 | 11 46 | 19 45 | 65,8 | –2,8 | 18 05 | 22 45 | 2 44 | |
| 27. sz 178. | 3 48 | 11 47 | 19 45 | 65,8 | –3,0 | 19 01 | 23 34 | 3 22 | |
| 28. cs 179. | 3 48 | 11 47 | 19 45 | 65,8 | –3,2 | 19 52 | – | 4 05 | |
| 29. p 180. | 3 49 | 11 47 | 19 45 | 65,7 | –3,4 | 20 36 | 0 23 | 4 54 | |
| 30. sz 181. | 3 49 | 11 47 | 19 45 | 65,7 | –3,6 | 21 15 | 1 11 | 5 48 | |

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

június

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|------------------------------------|---|--|
| 1. | 2 458 271 | 16 37 44 | Tünde, Angéla, Hortenzia |
| 2. | 2 458 272 | 16 41 40 | Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter |
| 3. | 2 458 273 | 16 45 37 | Klotild, Cecília, Kevin |
| 4. | 2 458 274 | 16 49 33 | Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc |
| 5. | 2 458 275 | 16 53 30 | Fatime, Fatima, Nándor, Valéria |
| 6. | 2 458 276 | 16 57 26 | Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos |
| 7. | 2 458 277 | 17 01 23 | Róbert |
| 8. | 2 458 278 | 17 05 19 | Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos |
| 9. | 2 458 279 | 17 09 16 | Félix, Annamária, Diána, Előd |
| 10. | 2 458 280 | 17 13 13 | Margit, Gréta, Diána, Gitta |
| 11. | 2 458 281 | 17 17 09 | Barnabás, Etelka, Roxána |
| 12. | 2 458 282 | 17 21 06 | Villő, Etelka, János |
| 13. | 2 458 283 | 17 25 02 | Antal, Anett |
| 14. | 2 458 284 | 17 28 59 | Vazul |
| 15. | 2 458 285 | 17 32 55 | Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta |
| 16. | 2 458 286 | 17 36 52 | Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter |
| 17. | 2 458 287 | 17 40 48 | Laura, Alida, Alinka, Terézia |
| 18. | 2 458 288 | 17 44 45 | Arnold, Levente, Dolóresz, Márk |
| 19. | 2 458 289 | 17 48 42 | Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó |
| 20. | 2 458 290 | 17 52 38 | Rafael, Benigna, Koppány, Margit |
| 21. | 2 458 291 | 17 56 35 | Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga |
| 22. | 2 458 292 | 18 00 31 | Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás |
| 23. | 2 458 293 | 18 04 28 | Zoltán, Édua |
| 24. | 2 458 294 | 18 08 24 | Iván, Beáta, János, Levente |
| 25. | 2 458 295 | 18 12 21 | Vilmos, Vilma, Viola, Violetta |
| 26. | 2 458 296 | 18 16 17 | János, Pál, Dávid, Örs |
| 27. | 2 458 297 | 18 20 14 | László, Olga |
| 28. | 2 458 298 | 18 24 11 | Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar |
| 29. | 2 458 299 | 18 28 07 | Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra |
| 30. | 2 458 300 | 18 32 04 | Pál, Ditta, Judit |

30. Kisbolygók világnapja



A déli égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap elején nem figyelhető meg, 6-án felső együttállásban van a Nappal. 10-e után viszont már újra látható a nyugati látóhatár közelében, fél órával nyugszik a Nap után. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végére már egy és háromnegyed órával a Napot követően bukik a látóhatár alá, idei második legjobb esti láthatóságát adva.

Vénusz: Az esti nyugati égbolt feltűnően ragyogó égiteste. Láthatósága kissé romlik, ahogy az ekliptika látóhatárral bezárt szöge egyre laposabb. A hónap elején még bő két és fél, a végén több mint két órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-4,1^m$ -ra, átmérője $13,1''$ -ről $15,6''$ -re nő, fázisa $0,8$ -ról $0,7$ -re csökken.

Mars: A Bakban végzett előretartó mozgása lassul, és 28-ától hátrálóvá változik. Fényessége $-1,2^m$ -ről $-2,1^m$ -ra nő, látszó átmérője gyorsan változik $15,3''$ -ről $20,7''$ -re.

Jupiter: A Mérleg csillagképben végez hátráló mozgást. Napkelte előtt nyugszik, az éjszaka nagy részében látható a délnyugati égen. Fényessége $-2,4^m$, átmérője $43''$.

Szaturnusz: Folytatja hátráló mozgását a Nyilas csillagképben. Egész éjszaka megfigyelhető, 27-én van szembenállásban a Nappal. Fényessége $0,2^m$ -ről $0,0^m$ -ra, átmérője $18''$ -ről $18,5''$ -re nő.

Uránusz: Kora hajnalban kel, hajnalban látható a Kos csillagképben. Előretartó mozgása a hónap végén lassan lassulni kezd.

Neptunusz: Éjfél körül kel, az éjszaka második felében kereshető a Vízöntő csillagképben. 19-én előretartó mozgása hátrálóba vált.

Dátum Időpont Esemény

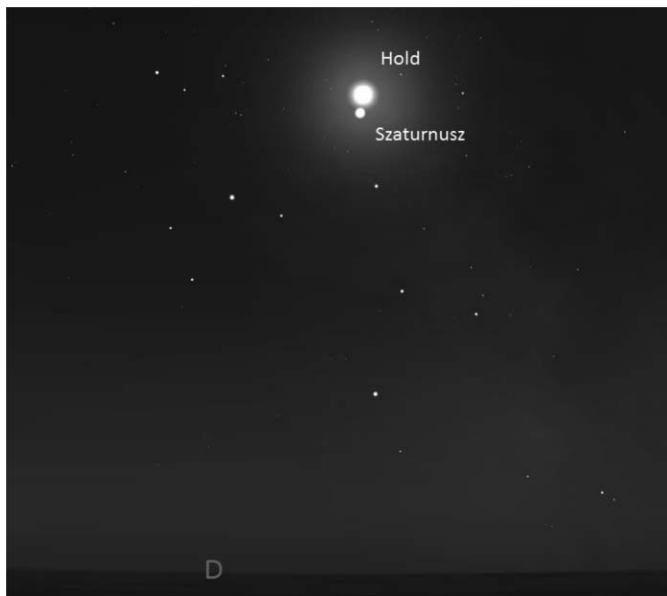
| | | |
|--------|-------|---|
| 06.09. | 16:51 | a Hold maximális librációja ($l = -7,25^\circ$, $b = +6,51^\circ$, 21,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 06.11. | 2:24 | a (192) Nausikaa kisbolygó oppozícióban (10,5 magnitúdós, Skorpió csillagkép) |
| 06.13. | 19:43 | újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője $33' 08''$) |
| 06.14. | 19:07 | 23 óra 24 perces holdsarló $1,4^\circ$ magasán az esti égen (a Merkúr $5,8^\circ$ -kal délkeletre) |
| 06.14. | 23:09 | a (4) Vesta kisbolygó (5,4 magnitúdós) $29'$ -cel délre látható az M23 nyílthalmaztól (5,5 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 06.14. | 23:45 | a Hold földközeli (359 515 km, látszó átmérő: $33' 14''$, 2,1%-os, növekvő holdfázis) |
| 06.15. | 12:23 | a (29) Amphitrite kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Skorpió csillagkép) |
| 06.15. | 21:54 | a Hold minimális librációja ($l = +1,48^\circ$, $b = +1,50^\circ$, 6,5%-os, növekvő holdfázis) |
| 06.16. | 18:12 | a (9) Metis kisbolygó oppozícióban (9,7 magnitúdós, Kígyótartó csillagkép) |
| 06.16. | 19:24 | a Vénusz $4,5^\circ$ -kal északnyugatra látható a $12,8\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Rák csillagképben |
| 06.17. | 20:31 | a $22,2\%$ -os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $5' 11''$ -cel délre látható a 11 Leo (6,6 magnitúdós) |
| 06.18. | 20:06 | a Vénusztól $26'$ -cel délnyugatra látható az η Cnc (5,3 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 06.18. | 23:41 | a Neptunusztól $54'$ -cel keletre látható a ϕ Aqr (4,2 magnitúdós) |
| 06.20. | 0:44 | a (4) Vesta kisbolygó oppozícióban (5,3 magnitúdós, Nyilas csillagkép) |
| 06.20. | 10:51 | első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője $31' 35''$) |
| 06.21. | 10:07 | nyári napforduló |
| 06.22. | 14:14 | a Hold maximális librációja ($l = +6,62^\circ$, $b = -6,63^\circ$, 72,1%-os, növekvő holdfázis) |
| 06.22. | 22:13 | a (9) Metis kisbolygó (9,5 magnitúdós) $28'$ -cel délre látható a Barnard 78 sötétködötől a Kígyótartó csillagképben |
| 06.23. | 21:51 | a Jupiter $3,2^\circ$ -kal északra látható a $83,2\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben |
| 06.25. | 0:01 | a Hold mögé belép az η Librae (5,4 magnitúdós, 90%-os, növekvő holdfázis) |
| 06.27. | 13:30 | a Szaturnusz oppozícióban a Nyilas csillagképben (0,0 magnitúdós, $18,3''$ átmérő) |
| 06.27. | 21:49 | az (1) Ceres törpebolygó (8,8 magnitúdós) $10'$ -cel északra látható a γ^1 Leo-tól (2,0 magnitúdós) |
| 06.27. | 22:58 | a $99,9\%$ -os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $7' 13''$ -cel északra látható a μ Sgr (3,8 magnitúdós) |
| 06.27. | 23:24 | a $99,9\%$ -os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $1' 58''$ -cel délre látható a 14 Sgr (5,5 magnitúdós) |
| 06.28. | 2:09 | a Szaturnusz $1,6^\circ$ -kal délkeletre látható a $99,9\%$ -os, növekvő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 06.28. | 4:53 | telehold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 29' 31") |
| 06.28. | 22:05 | a Hold mögé belép az o Sagittarii (3,8 magnitúdós, 100%-os holdfázis), kilépés 23:12 UT-kor |
| 06.28. | 23:47 | a Szaturnusztól 2,4°-kal délre látható az M28 gömbhalmaz (6,9 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 06.30. | 2:28 | a Hold földtávolban (406 044 km, látszó átmérő: 29' 26", 96,8%-os, csökkenő holdfázis) |
| 06.30. | 3:44 | a Hold minimális librációja ($l = -0,76^\circ$, $b = -0,78^\circ$, 96,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 06.30. | 21:46 | a (9) Metis kisbolygó (10,0 magnitúdós) 13'-cel északkeletre látható az NGC 6355 gömbhalmaztól (8,6 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben |
| 06.30. | 23:39 | a Mars 3,9°-kal délre látható a 93,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Bak csillagképben |

Együttállások

A június 1-jén hajnalban (01:10 UT körül) bekövetkező együttállás az év egyik leglátványosabb égi randevújának ígérkezik, hiszen a 94%-os fogyó Holdtól pontosan délre, a



A Hold és a Szaturnusz június 1-jei együttállása az év során bekövetkező egyik legszebb égi randevú lesz

holdperemtől 32 ívpercre ragyog majd a 0,2 magnitúdós Szaturnusz. A két égitest a legnagyobb közelítés idején 20 fok magasan tartózkodik a déli horizont felett.

Június 28-án 02:00 UT körül a telihold peremétől 1,4 fok távolságra találjuk majd a Szaturnuszt, ekkor már csak 7 fokos magasságban a délnyugati horizont felett. A korábbi órákban a páros szögtávolsága nagyobb ennél.

Tavaszi a Marson

Június 28-án kezd meg a Mars hátráló mozgását. Az óriási, 20"-es korongátmérőjű és $-2,0$ magnitúdós vörös bolygó hajnalban delel, 20° -kal emelkedve a horizont fölé. A déli tavasz kezdetén ($L_s = 200^\circ$) a déli poláris csuklya zsugorodni kezd, a Novissima Thyle poláris projekció kezd lefűződni 300° – 330° W között. A Syrtis Major sötétledhet, keskenyedhet. Orografikus felhők jelenhetnek meg.

A gyűrűs bolygó délen

A Szaturnusz oppozíciójára június 27-én kerül sor. A Nyilas csillagképben járó bolygó sajnos elég alacsonyan látható, de erősen felénk billenő északi féltekéje és hatalmas gyűrűhajlása kárpótol mindezért. Az oppozíció napján az éjfél után delelő bolygó 20° -kal emelkedik a látóhatár fölé.

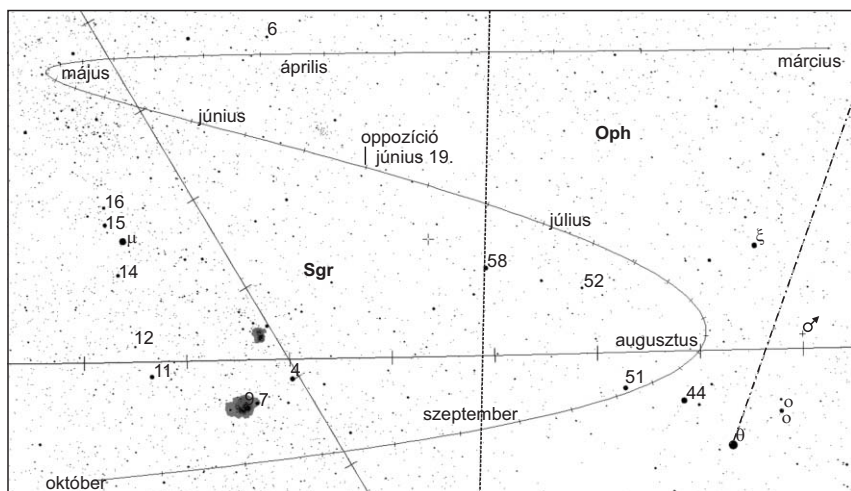


A Szaturnusz Szántó Szabolcs felvételén, 2017. augusztus 25-én. A SEB élesen elválik a világos EZ-től. Az NTB jól megfigyelhető, az NNTB halványabb. Az északi poláris régió homogén. Megfigyelhető a fátyolgyűrű, a B gyűrű intenzitásugrásai és a szélesebb, kétosztatú Encke-minimum az A gyűrű közepén. A felvétel 25,4 cm-es Newton-távcsővel készült.

A 0,0 magnitúdós égitest ekkor 18,5" átmérőjű. A korongon a sávok íveltek. A déli féltekén a fátyolgyűrű alatt jól láthatóan kibukkan a SEB sötét sávja. A NEB várhatóan széles, markáns sávként övezi az északi féltekét, élesen elválva a világos EZ-től. Az északi póluson az apró kiszürkült pólussapka látszik, a mérsékelt öv sávjait nem könnyű észrevenni. A gyűrű 26°-os szögben fordul felénk, a bolygó déli pólusát teljesen eltakarja, a sötét északi pólust fényes háttérként övezi, a szabályos ellipszoid gyűrű szinte „magába nyeli” a bolygót. Nagy távcsővel a Cassini-rés a pólusok felé is követhető, és az Encke-rés megpillantásával is próbálkozhatunk. A fátyolgyűrű és annak inhomogenitásai is megfigyelhetők. Nagy távcsővel a 8,5 magnitúdós és 0,78" átmérőjű Titan is érdemes megfigyelni. Az alacsony helyzet miatt használjunk atmoszferikus diszperzió korrektort, vagy infravörös szűrőt, esetleg illesszük egymásra a színcsatornákat.

Szabad szemmel látható a Vesta kisbolygó

Az 1807-ben felfedezett (4) Vesta az egyetlen olyan kisbolygó, amely rendszeresen megfigyelhető szabad szemmel is. Ezekre az alkalmakra 3-4 évente kerül sor, amikor a 3,6 éves keringési idejű égitest napközelsége miatt, így szembenállása idején az átlagosnál jobban megközelíti bolygónkat. Azonban ezek a szembenállások sem egyformák, a Föld és a Vesta keringési idejének nem egész számú hányadosa miatt a Vesta csak minden harmadik napközelsége idején, vagyis 11 évente lesz igazán fényes. Az egyetlen számunkra kedvezőtlen tényező, hogy a Vesta pályahelyzete miatt ezek a szembenállások júniusban következnek be, amikor az ekliptika, így a kisbolygók is alacsonyan látszanak tőlünk. Ilyen szembenállásnak lehetünk szemtanúi június 19-én, amikor az 530 km átmérőjű kisbolygó fényessége eléri az 5,3 magnitúdót, ami a -20 fokos deklináció elle-



nére is könnyű szabadszemes láthatóságot jelent, ha a halvány fénypontot azonosítani tudjuk a Sagittarius csillagrengetegében. Az észleléshez természetesen vidéki, fényszennyezéstől mentes égbolt szükséges. A szembenállás idején az M23 nyílthalmaztól 1,2 fokkal délnyugatra kell keresnünk a Vestát, de egész hónapban érdemes próbálkozni az 5,8–5,3–5,6 magnitúdós fényességtartományt bejáró, a Sagittarius csillagképben hátráló mozgást végző kisbolygóval.

Üstökösök

21P/Giacobini–Zinner. A többek között az első űrszondás megközelítésről (Sakigake, 1985. szeptember 11.) is nevezetes üstökös igen kedvező napközelsége lesz az idei, amelynek során 7 magnitúdóig fényesedve a legkisebb távcsövekkel is megfigyelhető lesz. A magas deklináción látszó, hatalmas ívben a fél égboltot átszelő üstökös láthatósága végig ideális lesz az északi félteke észlelői számára. Az októberben jelentkező Draconida meteorraj szülőüstököseként is számon tartott földközeli égitestet Michel Giacobini fedezte fel 1900. december 20-án, majd két keringéssel később, 1913. október 23-án Ernst Zinner talált rá az üstökösre. A szeptember 10-én napközbe kerülő ($q = 1,019$ CSE) kométa néhány órával később 0,391 CSE-re megközelíti a bolygónkat, amelynél jelentősebb közelítés legutóbb 1959-ben volt, legközelebb pedig 2078-ban fog bekövetkezni.

21P/Giacobini–Zinner

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 06.01. | 20 29 17 | +33 15 38 | 1,157 | 1,682 | 101 | 12,7 |
| 06.06. | 20 37 34 | +35 57 23 | 1,100 | 1,636 | 101 | 12,4 |
| 06.11. | 20 46 14 | +38 43 07 | 1,045 | 1,590 | 101 | 12,1 |
| 06.16. | 20 55 25 | +41 32 01 | 0,993 | 1,544 | 101 | 11,8 |
| 06.21. | 21 05 17 | +44 23 06 | 0,943 | 1,498 | 100 | 11,5 |
| 06.26. | 21 16 08 | +47 15 28 | 0,895 | 1,453 | 99 | 11,2 |
| 07.01. | 21 28 17 | +50 08 06 | 0,849 | 1,409 | 98 | 10,9 |
| 07.06. | 21 42 14 | +52 59 46 | 0,805 | 1,365 | 96 | 10,6 |
| 07.11. | 21 58 36 | +55 48 39 | 0,762 | 1,323 | 95 | 10,2 |
| 07.16. | 22 18 15 | +58 32 04 | 0,720 | 1,282 | 94 | 9,9 |
| 07.21. | 22 42 26 | +61 05 54 | 0,679 | 1,242 | 92 | 9,6 |
| 07.26. | 23 12 37 | +63 23 45 | 0,639 | 1,205 | 91 | 9,2 |
| 07.31. | 23 50 27 | +65 15 09 | 0,600 | 1,169 | 89 | 8,9 |
| 08.05. | 00 36 51 | +66 24 00 | 0,563 | 1,137 | 87 | 8,6 |
| 08.10. | 01 30 41 | +66 28 56 | 0,526 | 1,107 | 86 | 8,3 |
| 08.15. | 02 27 41 | +65 08 18 | 0,492 | 1,080 | 84 | 8,0 |
| 08.20. | 03 21 51 | +62 08 20 | 0,461 | 1,058 | 83 | 7,7 |
| 08.25. | 04 08 53 | +57 27 48 | 0,434 | 1,040 | 82 | 7,4 |
| 08.30. | 04 47 33 | +51 16 00 | 0,413 | 1,026 | 81 | 7,2 |
| 09.04. | 05 18 42 | +43 49 47 | 0,398 | 1,017 | 80 | 7,1 |
| 09.09. | 05 43 49 | +35 32 26 | 0,391 | 1,013 | 80 | 7,0 |

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 09.14. | 06 04 18 | +26 52 00 | 0,393 | 1,014 | 80 | 7,1 |
| 09.19. | 06 21 14 | +18 16 59 | 0,402 | 1,020 | 81 | 7,2 |
| 09.24. | 06 35 24 | +10 10 36 | 0,420 | 1,032 | 82 | 7,3 |
| 09.29. | 06 47 22 | +02 47 07 | 0,443 | 1,048 | 83 | 7,5 |
| 10.04. | 06 57 27 | -03 48 07 | 0,471 | 1,068 | 85 | 7,8 |
| 10.09. | 07 05 51 | -09 35 52 | 0,502 | 1,092 | 87 | 8,1 |
| 10.14. | 07 12 41 | -14 40 00 | 0,535 | 1,120 | 89 | 8,4 |
| 10.19. | 07 18 02 | -19 05 27 | 0,569 | 1,152 | 91 | 8,7 |
| 10.24. | 07 21 58 | -22 57 10 | 0,604 | 1,186 | 92 | 9,0 |
| 10.29. | 07 24 29 | -26 19 28 | 0,639 | 1,222 | 94 | 9,3 |

Ebben a hónapban még csak készülődhetünk a látványosságra, a hajnali égen látszó üstökös fényessége 13 és 11 magnitúdó között növekszik, miközben a Cygnusban, a Tejútal párhuzamosan haladva a hónap végére cirkumpoláris égítéssé válik. A gyorsan fényesedő kométa 4-én hajnalban 22 ívperccel délre lesz látható a 4,7 magnitúdós 47 Cygnitól, 16-án fél fokkal északnyugatra kereshetjük a 3,9 magnitúdós μ Cygnitól, 20-án pedig 18 ívperccel nyugatra mutatkozik a 3,7 magnitúdós ξ Cygnitól. Izgalmasnak ígérkezik a hónap utolsó harmada, hiszen 23-án bő negyed fokra lesz a fényes NGC 7039 nyílthalmaz centrumától, míg a következő két éjszakán fél fokos együttállásban fotózhatjuk az NGC 7048 planetáris köddel.

C/2016 M1 (PANSTARRS). A hónap első felében még látható éjfél után a déli horizont felett a Sagittarius csillagképben, de déli irányú gyors mozgása miatt napról napra nehezebben lesz elérhető, hiába éri el fényessége a 9 magnitúdót. A bolygónktól 1,4–1,3 CSE-re járó kométa a hónap végére eléri az Ara csillagképet, de előtte még több érdekes együttállása is lesz: 2-án hajnalban 25'-re nyugatra lesz a 4,9 magnitúdós ψ Sagittariitól, 5-én és 6-án a 3,3 magnitúdós τ Sagittarii fél fokos környezetében kell keresni; 8-án fél fokkal északnyugatra mutatkozik a 2,6 magnitúdós ζ Sagittariitól, a következő két éjszaka pedig háromnegyed, illetve fél fokra látszik majd a 7,5 magnitúdós M54 gömbhalmaztól. Az utolsó érdekes fotót 13-án hajnalban készíthetjük róla, amikor 23 ívperccel keletre fog látszani a 11,7 magnitúdós IC 4776, kompakt planetáris ködtől, de már ekkor sem emelkedik 10 foknál magasabbra a déli horizont fölé.

A Secchi-kráter

A Secchi-kráter a maga 24,5 kilométeres átmérőjével, szabálytalan alakjával, romos, töredezett falaival nem különösen vonzó célpont az amatőrcsillagászok számára. Ehhez minden bizonnyal az is hozzájárul, hogy a közeli (kevesebb mint 100 kilométerre fekvő) Taruntius „árnyékában” fekszik, és az az impozáns kráter könnyen eltereli a figyelmünket. Szelenografikus koordinátái: 2,4° északi szélesség és 43,5° keleti hosszúság. A Secchi-krátert a Mare Fecunditatis és a Mare Tranquillitatis határán találjuk, egy világos árnyalatú hegyvonulaton, amely minden bizonnyal az egykori Fecunditatis-medence északnyugati gyűrűjének a maradványa. Ez a hegyvonulat/gyűrűmaradvány is Secchi nevét viseli. A Secchi-krátert már binokulárral is megpillanthatjuk, de



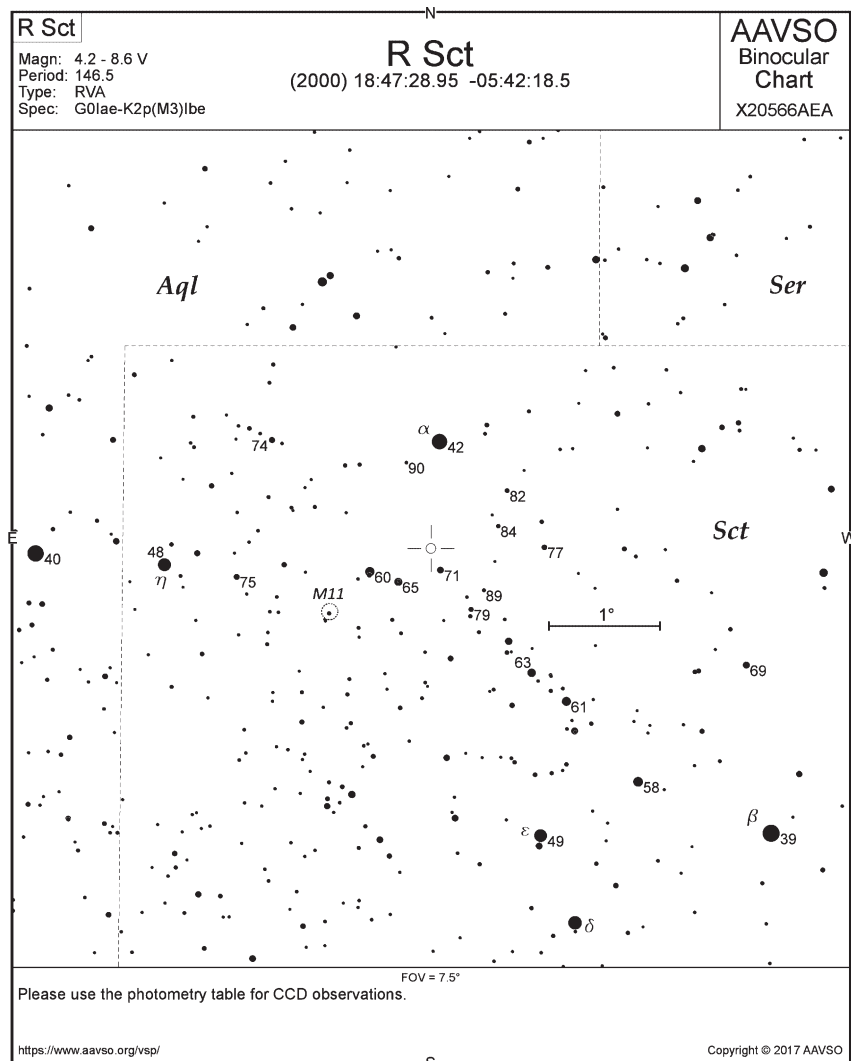
A Secchi-kráter a Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) felvételén

nagy átmérő és nagy nagyítás kell ahhoz, hogy a finomabb részleteket is megfigyelhessük. Szembetűnő a nyugati fal romossága a keletihez képest. Keleten sem makulátlan a sánc, de itt egy körülbelül tíz kilométeres szakaszon teljesen ép a fal, ez a rész egyben az egész kráter legmagasabb pontja. Reggeli megvilágításnál jól megfigyelhetjük ennek a magas falnak az árnyékát a krátertalajon. Délen a sánc erősen hiányos, itt egy 5-6 kilométeres rész teljesen eltűnt, még a nyomát sem látni. A kráter talaja kissé konvex, mérések szerint a talaj közepe mintegy 200 méterrel magasabban fekszik, mint a sánchoz közelebbi területek.

A Secchi-kráter magán viseli egy viharos esemény nyomát. Nemcsak a nyugati sáncot, de a krátertalaj nagy részét is egy becsapódáskor kidobódott, majd visszahullott törmelék rongálta meg. Ezt az úgynevezett Cayley-lerakódást – amit a névadó kráternél írtak le elsőként – a világos színe különbözteti meg a bazaltfolyásoktól. Az nem ismert, hogy melyik becsapódási esemény lehet a felelős a Secchi megjelenéséért, de a Tarantius-kráter, minthogy sokkal fiatalabb a Secchinél, egészen biztos, hogy ott hagyta a nyomát a kráterünkön és a szűkebb környezetén is. Figyeljük meg alacsony megvilágítási szögénél és nagy nagyítást használva a talaj darabosságát, kaotikus jellegét! A Montes Secchi nagyjából 50 kilométeres vonulat, kelet felé néző nagyon enyhe lejtője fényesen ragyog a reggeli megvilágításban, a fogyó fázisnál pedig vékony fekete csíkként láthatjuk, már-már rianásszerű megjelenéssel. Ne tévesszük össze a Secchi-rianással, amely a krátertől délkeletre húzódik, és meglehetősen nehéz észlelni. Egészen nyugodt légkör és legalább 15 cm-es kiváló távcső szükséges a sikeres észleléséhez. A rianás fő szakasza is csak 30 kilométer hosszú, északi végén villaszerűen elágazik.

A Scutum-felhő legfényesebb változója: az R Scuti

A változócsillag-megfigyelő amatőrök egyik kedvelt, binokulárral is könnyen észlelhető csillagának fényváltozását Edward Pigott fedezte fel 1795-ben. Időrendben az R Scuti volt a tizenegyedik csillag, amelynél a fényváltozás ténye ismertté vált.



A legfényesebb RV Tauri típusú változó, 146 napos periódusával átlagosan nagyjából 5 és 7 magnitúdó között ingadozik, ám mind minimum-, mind maximumfényessége hosszú idő alatt erős változásokat mutat, így teljes fényváltozási tartománya 4,2 és 8,6 magnitúdó közé tehető. Típusára jellemző módon fénygörbéje nagyon jellegzetes: éles és mély minimumok közé sekélyebb másodminimumok ékelődnek, nagyon hasonlóan a fedési kettőscsillagokhoz (a felfedezésük után egy ideig többen fedésekkel is magyarázták az RV Tau típusú). Spektroszkópiai mérésekkel azonban könnyedén igazolni lehetett, hogy valójában a csillagok kitágulnak és összehúzódnak a fényesség változása során, azaz ténylegesen pulzáló változókról van szó. Az R Sct G és K színképtípus között változó szuperóriás csillag, csillagfejlődési szempontból azonban nem a nagy tömegű szuperóriások, hanem az úgynevezett poszt-AGB csillagok közé tartozik, ez a fejlődési fázis kis tömegű csillagok rövid ideig tartó állapota az aszimptotikus óriásági (AGB) állapot után. Az evolúciós elméletek szerint az AGB tetején erős tömegvesztési folyamatok során a csillagok levetik külső burkuk nagy részét, miközben gyors fejlődéssel átjutnak a hideg óriáscsillagok közül a forró óriások, majd még később a fehér törpék közé. Ezen fejlődés alatt az instabilitási sávon keresztülhaladó égitesteket figyelhetjük meg RV Tauri típusú változókként. Az R Sct esetében ezt a magában is elég bonyolult képet tovább színesíti a pulzáció kaotikussága, amelyet Kolláth Zoltán és munkatársai tártak fel az 1990-es évek első felében. Kiderült, hogy a bonyolult fénygörbét valójában egy matematikailag nagyon egyszerű, ám viselkedésében káoszt mutató rendszerrel lehet megmagyarázni, feltehetően két rezgési állapot erősen nemlineáris kölcsönhatásai eredményeként. A vizsgálat érdekessége, hogy a káoszt egy évszázadnál is hosszabb időszakot lefedő vizuális fénygörbe elemzésével mutatták ki, azaz az amatőr csillagászok munkája érdekes asztrofizikai felfedezésekhez vezetett értő kezekbe kerülve. Az R Sct minimumainak gyors változásai mindenképpen indokolják a 3-4 naponta történő észlelést.

Száz éve fénylett fel a Nova Aquilae 1918

A távcső csillagászati alkalmazásának kezdete, az 1600-as évek eleje óta látható legfényesebb növőt Zygmunt Laskowski lengyel anatómiaprofesszor és amatőr csillagász találta meg. 1918. június 8-án a Royal Astronomical Society első női tagja, Grace Cook erősítette meg a felfedezést. (A növőt Komáromi Kacz Endre magyar amatőr csillagász is észlelte június 8-án, azonban bejelentése csak késve érkezett meg az ógyallai csillagvizsgálóba.) A növő $-0,5$ magnitúdóig fényesedett, és 19 év múlva csökkent fényessége a kitörés előtti 11,4 magnitúdós értékre. Ismeretes, hogy a növőkitörések mindig kettős rendszerekben következnek be. Ez a csillagpár egy 1,2 naptömegű fehér törpéből és egy vörös óriásból áll, a rendszer keringési periódusa 3 óra 20 perc. A Nova Aql 1918 változócsillagként a V603 Aql katalógusjelzést kapta.



A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekció | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 6 6 | 2 | 4 | 25 | ki | 3327 6,8 | 57 – | 22 | 39 D | 197 | +1,0 | +2,7 |
| 6 8 | 0 | 56 | 12 | ki | 25 7,4 | 37 – | 8 | 64 É | 272 | +0,4 | +1,5 |
| 6 21 | 21 | 54 | 9 | be | 139229 7,3 | 65 + | 18 | 64 D | 139 | +0,6 | -2,2 |
| 6 23 | 21 | 35 | 48 | be | 158835 7,1 | 83 + | 24 | 57 D | 144 | +1,2 | -2,0 |
| 6 24 | 18 | 13 | 24 | be | 2223 3,9 | 89 + | 23 | 48 É | 67 | +2,1 | +1,9 |
| 6 24 | 19 | 7 | 41 | ki | 2223 3,9 | 89 + | 26 | -38 É | 340 | +0,7 | -1,5 |
| 6 25 | 0 | 0 | 37 | be | 2247 5,4 | 90 + | 10 | 86 É | 104 | +0,9 | -1,7 |
| 6 25 | 20 | 26 | 57 | be | 159935 7,2 | 95 + | 24 | 49 É | 65 | +2,3 | +1,0 |
| 6 28 | 22 | 5 | 14 | be | 2779 3,8 | 100 – | 19 | -36 D | 130 | +1,5 | -0,2 |
| 6 28 | 23 | 11 | 41 | ki | 2779 3,8 | 99 – | 21 | 63 D | 229 | +1,9 | +0,9 |

Évforduló

200 éve született Angelo Secchi

Pietro Angelo Secchi (1818. június 18., Reggio nell'Emilia – 1878. február 26., Róma) olasz jezsuita csillagász a spektroszkópiai megfigyelések úttörőjeként vált ismertté. Iskoláit szülővárosában végezte, majd 15 évesen

Rómában a jezsuita rendben kezdte el novíciátusi éveit és tudományos képzését. 1841-től Loretóban tanított fizikát, miközben teológiai tanulmányokat is folytatott, 1847-ben szentelték pappá. Élete szorosan összefonódott IX. Piusz pápáéval, aki 1850-ben nevezte ki Secchit a Collegio Romano csillagvizsgáló igazgatójává. Secchi ezt a posztot töltötte be haláláig.

Secchi először kettőscsillagok megfigyelésével foglalkozott, Friedrich Struve hatására. 1300 megfigyelése maradt ránk. Később a spektroszkópia felé fordult, és 4000 csillag színképét figyelte meg. Ezeket osztályokba rendezte, a végső rendszerben 4 abszorpciós osztály szerepel, az emissziós csillagok egy ötödikbe kerültek. Secchi helyesen azonosította a hidrogén vonalait a legforróbb csillagokban; felismerte, hogy a színképek elsősorban a hőmérséklet miatt különböznek egymástól; és a vonalszélességeket is helyesen magyarázta a csillag légkörben fellépő nyomási kiszélesedéssel. 1877-ben kö-



zölt színképosztályozási rendszerét évtizedeken át használták csillagászati körökben (amíg azt fel nem váltotta a Harvard-féle színképosztályozási rendszer). Később csillagködök színképét is vizsgálta, ezeket három osztályba sorolta, és helyesen magyarázta a csillagközi anyag fényelnyelésével kapcsolatos abszorpciós vonalait. Meteorológia iránti érdeklődéséről tanúskodik a meteorográf megalkotása (a széles körben használatos műszer papírhengerre rögzíti a légnyomás és a páratartalom változásait), amiért az 1867-es párizsi Világkiállításon III. Napóleontól vehette át a nagydíjat. Megfigyelte a Nap protuberanciáit, és ki-mutatta, hogy ezek a Napon keletkeznek (nem pedig a földi légkörben, vagy a Holdon).

Secchi életének végére esik a Pápai Állam válsága. IX. Piusz az olasz egyesítésből ki akarta vonni a Vatikánt, ami a Vatikán teljes területére igényt tartó Olasz Királysággal hatvan évig tartó konfliktusokhoz vezetett. Az 1870-ben beállt politikai pathhelyzetben a pápa önként deklarálta, hogy a Vatikán foglyának tekinti magát, azt nem hagyja el – Secchi pedig a pápa mellé állva, szintén vállalta az önkéntes fogságot. (Egyes ismeretterjesztő források szerint Secchi és a pápa élete utolsó nyolc évét börtönben töltötte, de ez nem igaz! – a Vatikán falain belül szabadon mozogtak.) IX. Piusz halála után három héttel Angelo Secchi is meghalt.

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 1 | 0:58,4 | Ganymedes | fv |
| | 21: 2,9 | Io | ek |
| | 21:35,4 | Io | ák |
| | 23:12,1 | Io | ev |
| | 23:45,5 | Io | áv |
| 2 | 20:54,4 | Io | fv |
| 6 | 20:25,7 | Europa | ek |
| | 21:43,9 | Europa | ák |
| | 22:38,6 | Europa | ev |
| 7 | 0: 0,1 | Europa | áv |
| 8 | 0:30,6 | Ganymedes | mk |
| | 22:48,7 | Io | ek |
| | 23:29,8 | Io | ák |
| 9 | 0:57,8 | Io | ev |
| | 19:55,3 | Io | mk |
| | 22:49,1 | Io | fv |
| 10 | 19:24,4 | Io | ev |
| | 20: 8,3 | Io | áv |
| 13 | 22:45,3 | Europa | ek |
| 14 | 0:20,5 | Europa | ák |
| | 0:59,0 | Europa | ev |
| 15 | 21:41,2 | Europa | fv |
| 16 | 0:35,3 | Io | ek |
| | 21:42,2 | Io | mk |
| 17 | 0:44,0 | Io | fv |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 17 | 19:52,9 | Io | ák |
| | 21:11,3 | Io | ev |
| | 22: 2,6 | Io | áv |
| 18 | 21: 0,0 | Ganymedes | ák |
| | 22:45,5 | Ganymedes | áv |
| 22 | 20: 7,6 | Europa | mk |
| 23 | 0:16,1 | Europa | fv |
| | 23:30,1 | Io | mk |
| 24 | 20:50,0 | Io | ek |
| | 21:47,5 | Io | ák |
| | 22:59,3 | Io | ev |
| | 23:56,9 | Io | áv |
| 25 | 21: 0,2 | Ganymedes | ek |
| | 21: 7,8 | Io | fv |
| | 22:43,6 | Ganymedes | ev |
| 29 | 22:30,2 | Europa | mk |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

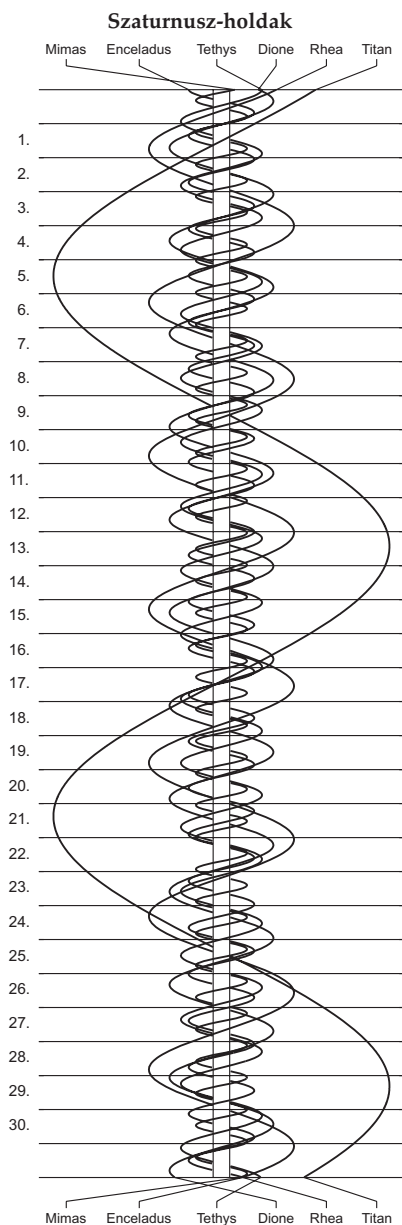
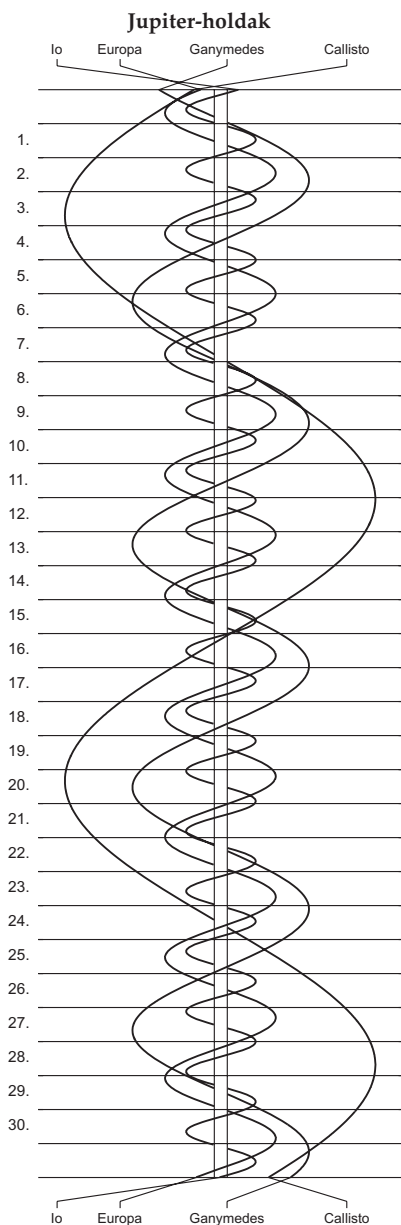
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – július**

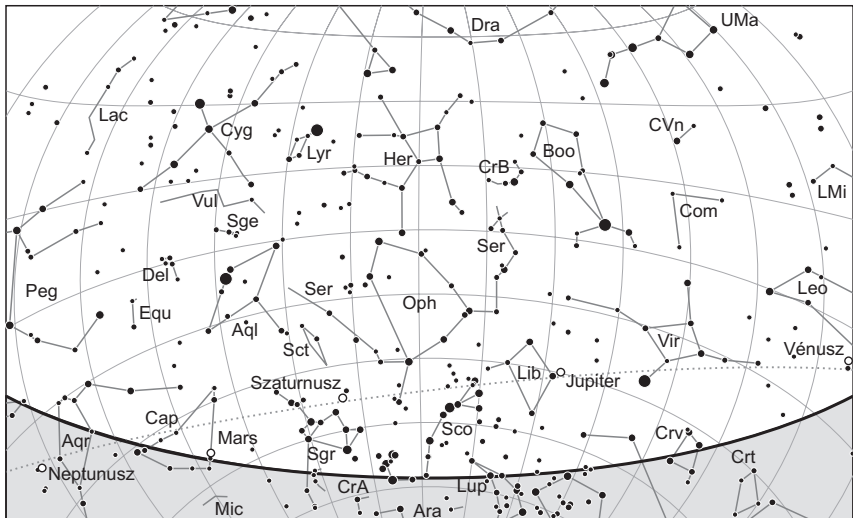
KÖZEI

| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis |
|-----------------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|---------|
| | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 1. v 182. 27. hét | 3 50 | 11 47 | 19 45 | 65,6 | -3,8 | 21 48 | 1 58 | 6 45 | |
| 2. h 183. | 3 51 | 11 48 | 19 45 | 65,5 | -4,0 | 22 17 | 2 44 | 7 45 | |
| 3. k 184. | 3 51 | 11 48 | 19 44 | 65,5 | -4,2 | 22 44 | 3 28 | 8 47 | |
| 4. sz 185. | 3 52 | 11 48 | 19 44 | 65,4 | -4,3 | 23 09 | 4 12 | 9 49 | |
| 5. cs 186. | 3 53 | 11 48 | 19 44 | 65,3 | -4,5 | 23 33 | 4 56 | 10 54 | |
| 6. p 187. | 3 53 | 11 48 | 19 43 | 65,2 | -4,7 | 23 58 | 5 41 | 11 59 | ● 8 51 |
| 7. sz 188. | 3 54 | 11 49 | 19 43 | 65,1 | -4,9 | – | 6 27 | 13 07 | |
| 8. v 189. 28. hét | 3 55 | 11 49 | 19 42 | 65,0 | -5,0 | 0 24 | 7 15 | 14 18 | |
| 9. h 190. | 3 56 | 11 49 | 19 42 | 64,8 | -5,2 | 0 55 | 8 07 | 15 31 | |
| 10. k 191. | 3 57 | 11 49 | 19 41 | 64,7 | -5,3 | 1 31 | 9 03 | 16 45 | |
| 11. sz 192. | 3 58 | 11 49 | 19 40 | 64,6 | -5,5 | 2 15 | 10 03 | 17 57 | |
| 12. cs 193. | 3 58 | 11 49 | 19 40 | 64,4 | -5,6 | 3 10 | 11 06 | 19 03 | |
| 13. p 194. | 3 59 | 11 49 | 19 39 | 64,3 | -5,7 | 4 14 | 12 10 | 19 59 | ● 3 48 |
| 14. sz 195. | 4 00 | 11 50 | 19 38 | 64,2 | -5,8 | 5 27 | 13 12 | 20 47 | |
| 15. v 196. 29. hét | 4 01 | 11 50 | 19 37 | 64,0 | -5,9 | 6 45 | 14 11 | 21 25 | |
| 16. h 197. | 4 02 | 11 50 | 19 37 | 63,8 | -6,0 | 8 02 | 15 06 | 21 58 | |
| 17. k 198. | 4 03 | 11 50 | 19 36 | 63,7 | -6,1 | 9 18 | 15 58 | 22 27 | |
| 18. sz 199. | 4 04 | 11 50 | 19 35 | 63,5 | -6,2 | 10 31 | 16 48 | 22 53 | |
| 19. cs 200. | 4 06 | 11 50 | 19 34 | 63,3 | -6,3 | 11 41 | 17 35 | 23 19 | ● 20 52 |
| 20. p 201. | 4 07 | 11 50 | 19 33 | 63,1 | -6,4 | 12 49 | 18 22 | 23 46 | |
| 21. sz 202. | 4 08 | 11 50 | 19 32 | 62,9 | -6,4 | 13 55 | 19 08 | – | |
| 22. v 203. 30. hét | 4 09 | 11 50 | 19 31 | 62,7 | -6,5 | 14 58 | 19 55 | 0 15 | |
| 23. h 204. | 4 10 | 11 50 | 19 30 | 62,5 | -6,5 | 15 59 | 20 43 | 0 46 | |
| 24. k 205. | 4 11 | 11 50 | 19 29 | 62,3 | -6,5 | 16 56 | 21 31 | 1 22 | |
| 25. sz 206. | 4 12 | 11 50 | 19 27 | 62,1 | -6,5 | 17 48 | 22 19 | 2 03 | |
| 26. cs 207. | 4 14 | 11 50 | 19 26 | 61,9 | -6,5 | 18 35 | 23 07 | 2 50 | |
| 27. p 208. | 4 15 | 11 50 | 19 25 | 61,7 | -6,5 | 19 15 | 23 55 | 3 42 | ○ 21 20 |
| 28. sz 209. | 4 16 | 11 50 | 19 24 | 61,4 | -6,5 | 19 50 | – | 4 39 | |
| 29. v 210. 31. hét | 4 17 | 11 50 | 19 22 | 61,2 | -6,5 | 20 21 | 0 41 | 5 38 | |
| 30. h 211. | 4 18 | 11 50 | 19 21 | 61,0 | -6,5 | 20 48 | 1 27 | 6 39 | |
| 31. k 212. | 4 20 | 11 50 | 19 20 | 60,7 | -6,4 | 21 13 | 2 11 | 7 42 | |

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

július

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|------------------------------------|---|--|
| 1. | 2 458 301 | 18 36 00 | Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér |
| 2. | 2 458 302 | 18 39 57 | Ottó, Jenő, Mária |
| 3. | 2 458 303 | 18 43 53 | Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás |
| 4. | 2 458 304 | 18 47 50 | Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón |
| 5. | 2 458 305 | 18 51 46 | Emese, Sarolta, Antal, Vilmos |
| 6. | 2 458 306 | 18 55 43 | Csaba, Dominika, Mária, Tamás |
| 7. | 2 458 307 | 18 59 40 | Apollónia, Apolka, Donát |
| 8. | 2 458 308 | 19 03 36 | Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka |
| 9. | 2 458 309 | 19 07 33 | Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika |
| 10. | 2 458 310 | 19 11 29 | Amália, Alma |
| 11. | 2 458 311 | 19 15 26 | Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér |
| 12. | 2 458 312 | 19 19 22 | Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra |
| 13. | 2 458 313 | 19 23 19 | Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta |
| 14. | 2 458 314 | 19 27 15 | Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán |
| 15. | 2 458 315 | 19 31 12 | Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella |
| 16. | 2 458 316 | 19 35 09 | Valter, Aténé, Kármén, Mária |
| 17. | 2 458 317 | 19 39 05 | Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs |
| 18. | 2 458 318 | 19 43 02 | Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán |
| 19. | 2 458 319 | 19 46 58 | Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince |
| 20. | 2 458 320 | 19 50 55 | Illés, Margaréta, Margit, Marina |
| 21. | 2 458 321 | 19 54 51 | Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc |
| 22. | 2 458 322 | 19 58 48 | Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária |
| 23. | 2 458 323 | 20 02 44 | Lenke, Brigitta |
| 24. | 2 458 324 | 20 06 41 | Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza |
| 25. | 2 458 325 | 20 10 38 | Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin |
| 26. | 2 458 326 | 20 14 34 | Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna |
| 27. | 2 458 327 | 20 18 31 | Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália |
| 28. | 2 458 328 | 20 22 27 | Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor |
| 29. | 2 458 329 | 20 26 24 | Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág |
| 30. | 2 458 330 | 20 30 20 | Judit, Xénia, Julietta |
| 31. | 2 458 331 | 20 34 17 | Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna |



A déli égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A nyugati ég alján, napnyugta után látható a hónap nagyobb részében. 1-jén egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után, de láthatósága lassan romlik. 12-én van legnagyobb keleti kitérésben, $26,4^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor bő egy órával nyugszik később, mint a Nap, de ez az érték 25-én már csak fél óra, így elvész az alkonyati fényben.

Vénusz: Egyre fényesebben ragyog az esti nyugati égen. Láthatósága kissé kedvezőtlenebbé válik, az ekliptika látóhatárral bezárt szögének a változását követve. A hónap elején két, a végén bő másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-4,1^m$ -ről $-4,3^m$ -ra, átmérője $15,7''$ -ről $20,2''$ -re nő, fázisa $0,7$ -ről $0,57$ -ra csökken.

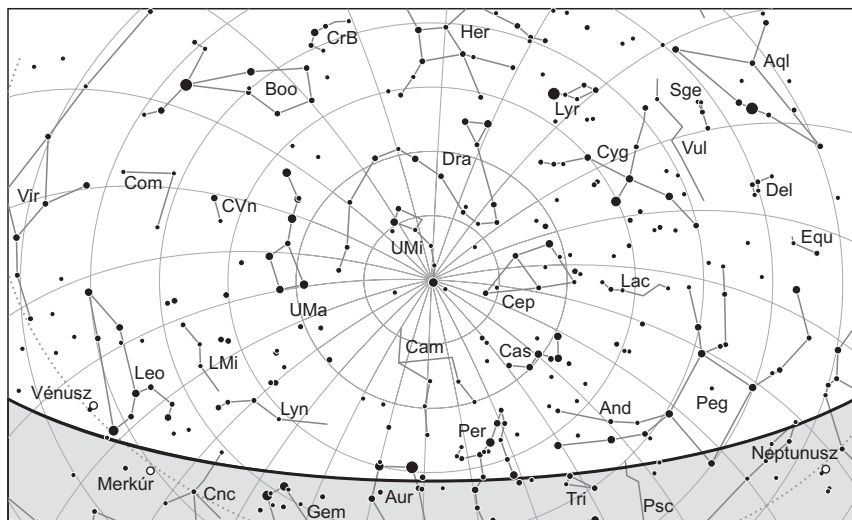
Mars: Hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. 27-én szembenállásban van a Nappal, egész éjszaka megfigyelhető. Mostani földközelsége egyike a nagy Mars-oppozícióknak, ezért $-2,2^m$ -ről $-2,8^m$ -ra fényesedik, fényesebb lesz a Jupiternél. Látszó átmérője pedig $20,9''$ -ről $24,3''$ -re nő, ami a bemutatásoknak is kedvez.

Jupiter: Hátráló, majd július 11-től előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Hajnalban nyugszik, az éjszaka első felében látszik fényesen a délnyugati égen. Fényessége $-2,2^m$, átmérője $40''$.

Szaturusz: Hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az éjszaka nagy részében látható, napkelte előtt nyugszik. Fényessége $0,0^m$ -ről $0,2^m$ -ra csökken, átmérője $18,5''$ -ről $18''$ -re csökken.

Uránusz: Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható. Előretartó mozgása tovább lassul a Kos csillagképben.

Neptunusz: A késő esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható, hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|---|
| 07.01. | 19:25 | a Merkúr esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága $6,4^\circ$, $0,0$ magnitúdós, fázisa 60% |
| 07.02. | 23:54 | az (52) Europa ($11,4$ magnitúdós) és a (88) Thisbe ($10,2$ magnitúdós) kisbolygók $8,5'$ -es közelsége a Bak csillagképben |
| 07.03. | 0:24 | a Hold mögül kilép az 50 Aquarii ($5,8$ magnitúdós, 80%-os, csökkenő holdfázis) |
| 07.03. | 23:24 | az 50 Sgr-től ($5,6$ magnitúdós) a (134340) Pluto törpebolygó $22,7''$ -cel északnyugatra látható |
| 07.03. | 23:40 | a Neptunusz $3,4^\circ$ -kal északra látható a 72,7%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben |
| 07.03. | 23:56 | a (134340) Pluto törpebolygó ($14,2$ magnitúdós) $24''$ -cel északnyugatra látható az 50 Sgr-től ($5,6$ magnitúdós) |
| 07.06. | 7:51 | utolsó negyed (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője $30' 43''$) |
| 07.06. | 16:47 | a Föld naptávolságban ($1,0167$ CSE-re, $152\,095\,668$ km-re) |
| 07.07. | 11:57 | a Hold maximális librációja ($l = -7,62^\circ$, $b = +6,77^\circ$, 37,9%-os, csökkenő holdfázis) |
| 07.07. | 15:12 | a Merkúr dichotómiája ($25,9^\circ$ -os keleti elongáció, $7,3''$ látszó átmérő) |
| 07.08. | 1:46 | a Hold mögé belép a ξ^2 Ceti ($4,3$ magnitúdós, 32%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 02:23 UT-kor |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 07.09. | 20:06 | a Vénusztól 1,1°-kal délre látható a Regulus, az α Leo (1,4 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 07.10. | 21:28 | a (4) Vesta kisbolygó (5,8 magnitúdós) 56'-cel délkeletre látható a Barnard 268 sötét ködtől a Nyilas csillagképben |
| 07.12. | 2:36 | 24 óra 12 perces holdsarló 3,0° magasan a hajnali égen |
| 07.12. | 5:29 | a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (26,4°, 0,4 magnitúdós, 8,0" átmérő, 43% fázis, Rák csillagkép) |
| 07.12. | 10:04 | az (134340) Pluto törpebolygó oppozícióban a Nyilas csillagképben (14,2 magnitúdós, 0,1" átmérő) |
| 07.13. | 2:48 | újhold (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 33' 26"), a 2018-as év legnagyobb újholdja |
| 07.13. | 8:17 | a Hold földközeli (357 435 km, látszó átmérő: 33' 26", 0,1%-os, növekvő holdfázis) |
| 07.13. | 16:38 | a Hold minimális librációja ($l = +0,74^\circ$, $b = +0,80^\circ$, 0,5%-os, növekvő holdfázis) |
| 07.14. | 19:17 | a Merkúr 2,9°-kal délkeletre látható a 4,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Rák csillagképben |
| 07.18. | 21:10 | a (9) Metis kisbolygó (10,4 magnitúdós) 20'-cel északra látható az NGC 6293 gömbhalmaztól (8,2 magnitúdós) a Kígyótartó csillagképben |
| 07.19. | 19:52 | első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 31' 02") |
| 07.20. | 2:02 | a Hold maximális librációja ($l = +7,50^\circ$, $b = -6,78^\circ$, 52,8%-os, növekvő holdfázis) |
| 07.20. | 6:46 | a (88) Thisbe kisbolygó oppozícióban (9,7 magnitúdós, Nyilas csillagkép) |
| 07.20. | 21:20 | a Jupiter 4,5°-kal délkeletre látható a 61,2%-os, növekvő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben |
| 07.23. | 18:55 | a (14) Irene kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Nyilas csillagkép) |
| 07.24. | 12:05 | a (140) Siwa kisbolygó oppozícióban (10,4 magnitúdós, Bak csillagkép) |
| 07.24. | 23:39 | a Szaturnusz 3,8°-kal keletre látható a 92,8%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben |
| 07.25. | 20:53 | az (52) Europa kisbolygó (11,1 magnitúdós) 6'-cel északnyugatra látható az 57 Sgr-től (5,9 magnitúdós) |
| 07.26. | 0:25 | a Hold mögé belép a 33 Sagittarii (5,7 magnitúdós, 97%-os, növekvő holdfázis) |
| 07.27. | 2:29 | a Mars oppozícióban a Bak csillagképben (-2,8 magnitúdós, 24,2" átmérő) |
| 07.27. | 5:27 | a Hold földtávolban (406 227 km, látszó átmérő: 29' 25", 99,7%-os, növekvő holdfázis) |
| 07.27. | 17:21 | a Hold minimális librációja ($l = -0,29^\circ$, $b = -0,29^\circ$, 100,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 07.27. | 18:24 | teljes holdfogyatkozás a Bak csillagképben, legnagyobb fázis 20:22 UT-kor, a teljes fogyatkozás vége 22:19 UT-kor |

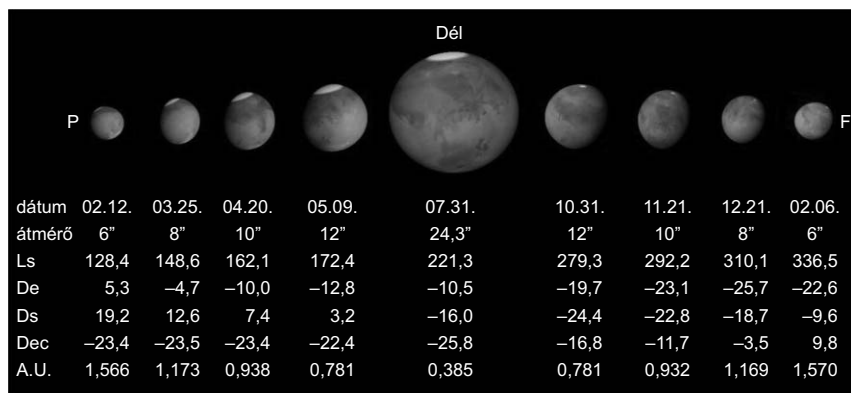
Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 07.27. | 19:58 | a Mars 5,8°-kal délre látható a teleholdtól a Bak csillagképben |
| 07.27. | 20:20 | telehold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 29' 25"), a 2018-as év legkisebb teleholdja |
| 07.30. | 0:28 | a (3) Juno kisbolygó (9,4 magnitúdós) 8'-cel délkeletre látható a μ Cet-től (4,3 magnitúdós) |
| 07.30. | 1:12 | a Hold mögül kilép a 39 Aquarii (6,1 magnitúdós, 96%-os, csökkenő holdfázis) |

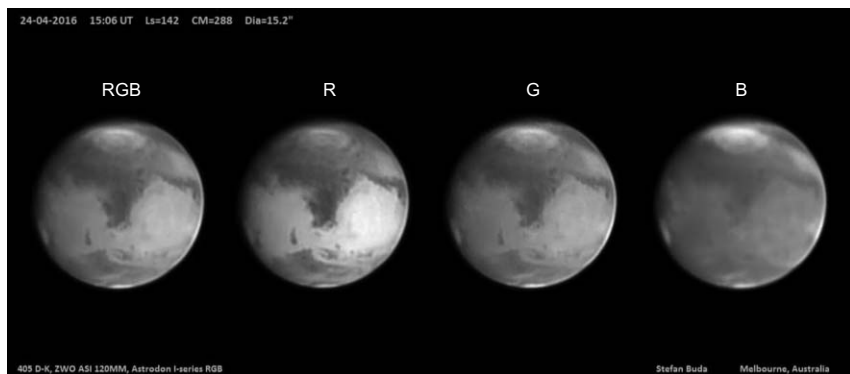
A nagy Mars-oppozíció

A Mars oppozíciójára július 27-én kerül sor. Az oppozíciós ciklusában legnagyobb szembenálláskor a korongméret a 2003-as különösen nagy oppozíció 97%-át fogja elérni. A 24,3"-es korong –2,8 magnitúdós fényességével messze túlragyogja a Jupitert a déli horizont fölött látható, feltűnően vörös színű égitestként. Sajnos –25°-os deklináció mellett éjfél utáni delelésekor is csak 17°-kal emelkedik a horizont fölé. Alacsony égi helyzete miatt a bolygóképre ráülő atmoszferikus diszperziót színszűrőkkel (albedóalakzatokra narancs, felhőkre kék), fotózáskor RGB szűrőzéssel vagy atmoszferikus diszperzió korrekttorral küszöbölhetjük ki. A marsi alakzatok azonosításához nagyon fontos a szűrőhasználat, legalább egy narancs-vörös és egy kék-ibolya észlelésünk legyen.

A bolygón $L_s = 221^\circ$ mellett a déli féltéken tavasz közepe, az északon őszi közepe van. A 11°-kal felénk billenő déli póluson a pólussapka zsugorodása közben járunk. Fényes poláris projekcióként látszik a Novissima Thyle (300°–330° W) és az Argenteus Mons (10°–20° W). Az SPC sötét bevágása, a Rima Angusta 60° és 270° szélességek között, a Rima Australis is előtűnhet 290°–350° között. A déli tavasz és a párasodó légkör nyomán orografikus felhők is előfordulhatnak. A déli pólussapka közelében lokális porviharok is megjelenhetnek (Serpentis–Hellespontus, Hellas és Noachis területein).



A Mars-korong láthatóságának változása (Beish, ALPO)



A Mars északi féltekéje a helyi nyár közepén ($Ls=142^\circ$), Stefan Buda felvételén. A korong közepén a Syrtis Major hatalmas alakzata látszik. Alul az északi pólusapka erősen olvadt, sötét poláris gallér veszi körül. A jobb (nyugati) peremen fényes fehér reggeli peremív látszik. A korong bal (keleti) oldalán az Elysium Mons fölötti orografikus felhő markáns foltja nyugszik. A kép tetején a téli déli félteke, és a feloszló köddel borított Hellas-medence fánkyszerű felhőalakzata látszik. 2016. április 24. 15:06 UT, 40,5 cm-es Dall–Kirkham-távcső, Astrodon RGB szűrők

Együttállások

Július 1-jén 23:00 UT körül a delelő, oppozíciójához közeledő Mars és a 93%-os fogyó Hold $3,7^\circ$ szeparációjú párosát figyelhetjük meg.

Július 9-én a korán fekvők is láthatnak együttállást, hiszen 19:45 UT-kor kerül egymáshoz közel a Vénusz és a Regulus (α Leonis). A bolygó és a csillag a jelzett időpontban hajszálpontosan 1° -ra lesz egymástól, a nyugati horizont felett $8\text{--}9^\circ$ -ra.

Július 15-én a Hold vékony sarlója érkezik a Regulus mellé, 19:30 UT-kor a $7\text{--}8^\circ$ magasan álló Hold peremétől 53 ívperccel nyugatra találjuk a csillagot.

Részleges napfogyatkozás július 13-án

Ebben az évben szokatlan módon három napfogyatkozás van, közülük kettő egy hónapon belül, és közöttük egy holdfogyatkozás is bekövetkezik. A sorozat első eseménye egy kisebb mértékű részleges napfogyatkozás – idén a második ilyen esemény –, amely Magyarországról nem látható.

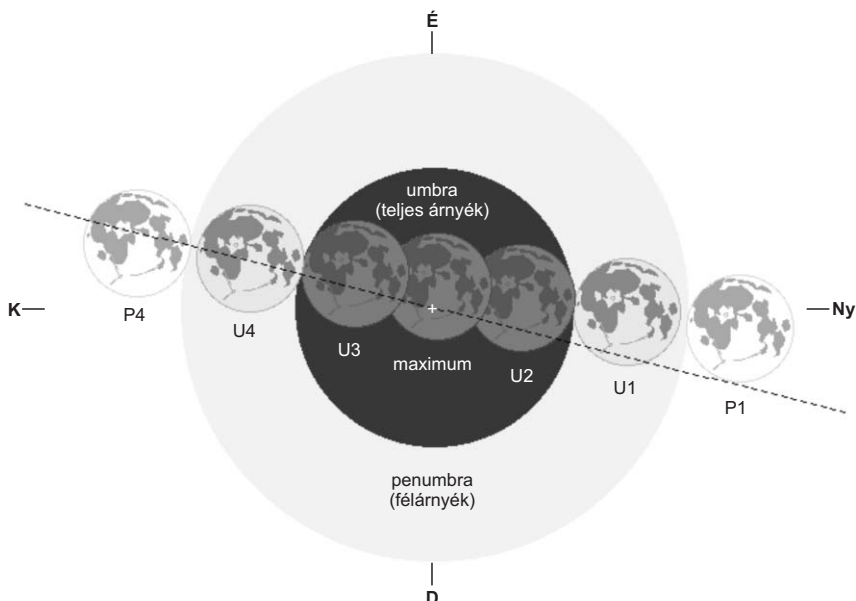
A Hold félárnyéka 1:48:18-kor érinti az Ausztráliától délre lévő óceáni vizeket, és fokozatosan beteríti azt. A részlegesség maximuma 3:01:02-kor következik be, ekkor Ausztrália délkeleti partvidékén és Tasmániában látni kismértékű harapást a napkorongon. A félárnyék 4:13:43-kor hagyja el a Föld felszínét borító vizeket Új-Zéland és az Antarktisz között felúton.

Teljes holdfogyatkozás július 27-én

Az év negyedik fogyatkozása, amely a nyári fogyatkozási sorozat második tagja, egy hosszú, centrális teljes holdfogyatkozás, amelynek látványos része Magyarországról is megfigyelhető. Holdkelte után röviddel kezdődik a teljes árnyékba lépés. A Mars, amely a Holdtól délre látszik $5,5^\circ$ távolságban, ugyanekkor van földközeli – a két esemény együtt bizonyára óriási érdeklődést fog kelteni. A holdfogyatkozás Afrikából, Ázsia nagy részéről és Ausztrália nyugati feléről, valamint Dél-Amerika keleti vidékéről is megfigyelhető.

A félárnyék 17:14:49-kor érinti a Holdat, ennek jelenlétét azonban csak 17:45 után lehet észrevenni. Magyarországon holdkeltekor a félárnyék jól látható lesz, hiszen hamarosan, 18:24:27-kor kezdődik a részleges fázis. Bő egy óra, mire teljesen eltűnik a Hold a Föld árnyékában, a totalitás 19:30:15-kor következik be. A maximum 20:21:44-kor van, ekkor lesz legmélyebben a Hold az umbrában. A teljesség 21:13:12-kor ér véget, kezdődik a kilépés. Ez is bő egy órán át tart, az umbra 22:19:00-kor hagyja el égi kísérőnket. A félárnyék okozta homály még legalább 22:50-ig látható lesz, de a félárnyék csak 23:28:37-kor távozik a Hold felszínéről. A totalitás 1 óra 42 perc 57 másodpercig tart, az umbra 3 óra 54 perc 32 másodpercig látható a Holdon, maga a teljes jelenség 6 óra 13 perc 48 másodperc hosszú.

A holdfogyatkozás idején a Hold a Bak csillagkép nyugati felében tartózkodik. A totalitás alatt jól láthatók a nyári csillagképek, bár fényes csillag nincs a közelben, csak az Altair van 29° -ra északi irányban. A Mars közelsége viszont kárpótol ezen „hiányos-



ságért”, nyugatra pedig 31° távol a Szaturnusz fénylik a Nyilasban. A fogyatkozás nagysága 1,6087 magnitúdó, a félárnyékos fogyatkozása 2,6792 magnitúdó. A maximum pillanatában a holdkorong déli pereme $8,41'$ -re van az árnyékkúp tengelyétől, míg az északi perem $21,02'$ távol látszik tőle. Ennek megfelelően a Hold északi pereme $17,91'$ -re van az árnyék szélétől, míg a déli perem $30,52'$ -re, majdnem egy holdkorongnyi távolságban látszik az umbra szélétől. Emiatt várhatóan az északi perem kissé világosabbnak fog látszani, mint a déli perem, de nem sokkal.

A penumbra átmérője $2,3476^\circ$, az umbráé $1,2976^\circ$. A Hold július 27-én van földtávolban, látszó átmérője csak $29,42'$, így bőven elfér a penumbra $31,5'$ vastag gyűrűjében, vagyis ennek a holdfogyatkozásnak van tisztán félárnyékos fázisa.

Ez a holdfogyatkozás a 129-es Szárosz-sorozat 38. fogyatkozása a 71-ből.

Üstökösök

C/2017 S3 (PANSTARRS). A környező csillagoknál alig kiterjedtebb, mindössze 21,5 magnitúdós égitestként azonosították a Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) operátorai az 1,8 méteres távcsövük 2017. szeptember 23-ai felvételein. A közel 5 CSE távolságban járó üstökös abszolút értelemben véve is szerény méretű lehet, ám a számítások szerint augusztus 15-én 0,208 CSE-re megközelíti a Napot, így fényessége a felfedezéskori érték egymilliószorosára is nőhet. A pontosabb mérések megmutatták, hogy most először látogat hozzánk az Oort-felhőből, ami kis méretével párosítva azt jelenti, hogy vélhetően nem fogja túlélni perihéliumát. Az üstökösök esetében persze sosem lehet tudni, így nagy izgalommal várjuk érkezését.

Augusztusban a kis nap- és földtávolság miatt látszó mozgása felgyorsul, így a táblázatban a szokásosnál sűrűbb lépésközzel adtuk meg koordinátáit.

C/2017 S3 (PANSTARRS)

| Dátum | RA (h m s) | D ($^\circ$, $'$, $''$) | Δ (CSE) | r (CSE) | E ($^\circ$) | m_v (m) |
|--------|------------|-----------------------------|----------------|---------|----------------|-----------|
| 07.01. | 03 01 54 | +59 22 39 | 1,561 | 1,236 | 52 | 12,4 |
| 07.06. | 03 28 51 | +59 06 51 | 1,435 | 1,134 | 52 | 11,8 |
| 07.11. | 03 59 40 | +58 23 11 | 1,307 | 1,029 | 51 | 11,2 |
| 07.16. | 04 34 57 | +56 54 49 | 1,178 | 0,920 | 49 | 10,5 |
| 07.21. | 05 15 02 | +54 14 05 | 1,050 | 0,806 | 46 | 9,7 |
| 07.26. | 05 59 38 | +49 36 43 | 0,929 | 0,686 | 41 | 8,7 |
| 07.31. | 06 47 39 | +41 59 03 | 0,826 | 0,561 | 34 | 7,6 |
| 08.01. | 06 57 30 | +39 59 45 | 0,810 | 0,535 | 32 | 7,3 |
| 08.03. | 07 17 22 | +35 30 24 | 0,782 | 0,483 | 27 | 6,8 |
| 08.05. | 07 37 20 | +30 20 57 | 0,764 | 0,429 | 23 | 6,2 |
| 08.07. | 07 57 20 | +24 37 50 | 0,759 | 0,376 | 18 | 5,7 |
| 08.09. | 08 17 21 | +18 36 02 | 0,770 | 0,324 | 14 | 5,0 |
| 08.11. | 08 37 24 | +12 41 18 | 0,801 | 0,275 | 11 | 4,4 |
| 08.13. | 08 57 28 | +07 30 11 | 0,856 | 0,235 | 11 | 3,9 |
| 08.15. | 09 17 16 | +03 44 32 | 0,933 | 0,211 | 12 | 3,6 |

A fényesedés eseményeiről biztosan nem fogunk lemaradni, hiszen észak felől közelíti meg a Napot, ráadásul ebben a hónapban szinte végig cirkumpoláris lesz. A rendkívüli ütemben 12,5 és 7,5 magnitúdó között fényesedő vándort a Cassiopeia, a Camelopardalis és az Auriga csillagképekben kereshetjük a hajnali égen. A hónap elején a Tejút közelében látszó kométát érdekes csillagkörnyezetben fotózhatjuk, majd 26-án fél fokkal délnyugatra láthatjuk a 10 magnitúdós NGC 2126 nyílthalmaztól, a hónap utolsó hajnalán pedig háromnegyed fokkal északra lesz a fényes, nagyméretű NGC 2281 halmaztól.

21P/Giacobini–Zinner. A szeptemberi nap- és földközelsége felé tartó üstökös föld-távolsága 0,85 és 0,60 CSE között csökken, fényessége pedig 11 és 9 magnitúdó között nő. A cirkumpoláris égitest végig látványos területen, a Tejút síkjával párhuzamosan halad a Cygnus, a Cepheus, majd a Cassiopeia csillagképekben, számos lehetőséget kínálva látványos asztrófotók készítésére. Elsősorban nyílthalmazokat közelít majd meg, az első fontos dátum 3-a, amikor fél fokkal keletre halad el az NGC 7086-tól, 7-én hajnalban negyed fokkal délkeletre lesz az NGC 7128-tól, 14-én hajnalban fél fokkal északnyugatra fotózhatjuk az NGC 7235-től, két nappal később pedig az NGC 7261 közelében láthatjuk. A hónap utolsó látványos mélyég-együttállása már egy planetáris köddel, az összetett szerkezetű NGC 7354-gyel lesz 21-én hajnalban, amikor 20 ívperc lesz a két égitest távolsága.

48P/Johnson. Ezt a nem igazán látványos, 13-14 magnitúdó fölé sosem fényesedő üstököst Ernest Leonard Johnson fedezte fel a dél-afrikai Union Observatórium 25 cm-es asztrográfjának 1949. augusztus 24-i lemezein. Azóta a 6,8 éves keringési idejű vándor valamennyi napközelségét megfigyelték, ám az idei perihélium minden eddiginél különlegesebb lesz, ugyanis a korábban 2,2–2,3 CSE között ingadozó perihélium-távolsága egy 2014-es Jupiter-közelség miatt 2,0 CSE-re csökken. Ez nem tűnik nagy változásnak, de a tapasztalatok szerint ilyen mértékű csökkenés is jelentős hatással lehet az üstökösmagok viselkedésére. Ráadásul a pályaváltozás olyan szerencsés módon következett be, hogy az augusztus 11-i napközelség után két héttel kerül szembenállásba az üstökös, vagyis közel ideális körülmények között, a lehető legkisebb, 1,0 CSE körüli földtávolságnál észlelhetjük.

48P/Johnson

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m _v (m) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------|--------------------|
| 07.01. | 22 28 56 | −16 26 18 | 1,263 | 2,032 | 126 | 12,8 |
| 07.06. | 22 33 03 | −16 59 43 | 1,220 | 2,026 | 130 | 12,7 |
| 07.11. | 22 36 32 | −17 39 05 | 1,180 | 2,021 | 134 | 12,9 |
| 07.16. | 22 39 20 | −18 24 12 | 1,143 | 2,016 | 138 | 12,5 |
| 07.21. | 22 41 27 | −19 14 40 | 1,111 | 2,012 | 142 | 12,4 |
| 07.26. | 22 42 52 | −20 09 46 | 1,083 | 2,009 | 147 | 12,3 |
| 07.31. | 22 43 34 | −21 08 32 | 1,059 | 2,007 | 151 | 12,2 |
| 08.05. | 22 43 36 | −22 09 45 | 1,040 | 2,005 | 155 | 12,2 |
| 08.10. | 22 42 58 | −23 11 53 | 1,026 | 2,005 | 159 | 12,2 |
| 08.15. | 22 41 46 | −24 13 10 | 1,017 | 2,005 | 162 | 12,1 |
| 08.20. | 22 40 08 | −25 11 42 | 1,014 | 2,005 | 164 | 12,1 |
| 08.25. | 22 38 10 | −26 05 43 | 1,016 | 2,007 | 164 | 12,2 |

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 08.30. | 22 36 02 | -26 53 37 | 1,024 | 2,009 | 162 | 12,2 |
| 09.04. | 22 33 53 | -27 34 07 | 1,037 | 2,013 | 159 | 12,3 |
| 09.09. | 22 31 53 | -28 06 13 | 1,055 | 2,017 | 156 | 12,3 |
| 09.14. | 22 30 11 | -28 29 17 | 1,078 | 2,021 | 152 | 12,4 |
| 09.19. | 22 28 56 | -28 43 05 | 1,106 | 2,027 | 148 | 12,5 |
| 09.24. | 22 28 14 | -28 47 48 | 1,138 | 2,033 | 143 | 12,6 |
| 09.29. | 22 28 08 | -28 43 50 | 1,175 | 2,040 | 139 | 12,8 |

A 13–12,5 magnitúdó között fényesedő üstököszt egész hónapban az Aquarius csillagképben kereshetjük, ahogy délkelet majd dél felé haladva megközelíti keleti stacionárius pontját. A meglehetősen csillagszegény környezetben megtalálásához kell némi észlelői gyakorlat. Ezt segítheti, hogy a hónap első két hajnalán a 6,2 magnitúdós 53 Aquariitól 40–50 ívperccel keletre láthatjuk, 20-án hajnalban nyugat felől 38'-re megközelíti a 4,7 magnitúdós 66 Aquariit.

A Hattyú vidékén

A nyári Tejút feltűnésével megszaporodnak a látványos égi célpontok. Többségük nyílt- és gömbhalmaz, de szép számmal találunk köztük planetáris és emissziós ködöket, sőt szupernóva-maradványt is.

A Hattyú csillagkép központi része a γ Cygni (Sadr) régió, amely fényes csillaghalmazok, Tejút-mezők és ködök tárháza. Binokulárral vagy kis távcsővel is lenyűgöző szépségű ez a terület, és természetesen az asztrofotósok is előszeretettel készítenek róla felvételeket. Kiindulópontunk maga a Sadr, a Hattyú szíve: a ragyogó csillagot kis nagyítású műszerünkben fényes csillagok félköríve övezi. Köztük szípkázik az NGC 6910, amely ugyan nem túl gazdag halmaz, de Y alakba rendeződő komponensével és két fényes előtércsillagával elbűvölő a látvány. A térségben Dolidze-halmazok kavaládja vár bennünket, ám ezek nem feltűnő, laza csoportok, néha nem is emelkednek ki a sűrű csillagos háttérből.

20x-os nagyítás alatt csavarjunk be okulárunkba egy UHC- vagy még inkább OII-szűrőt, ezzel megpillanthatjuk a Sadr által világításra gerjesztett IC 1318 komplexum fényesebb részleteit. A legkönnyebben észrevehető terület a Pillangó-köd: az 1 foknál nagyobb emissziós köd két részét – amelyeket porsáv választ el egymástól – a Dolidze 10 mellett kell keresnünk.

Tovább haladva a Tejút mentén, délnyugat felé sorra tűnnek fel a lazább vagy sűrűbb csillagcsoportok a látómezőben. Egymás ellenpontjai az NGC 6871 és az IC 4996: előbbi egy laza, egy ív mentén tömörülő komponenseket tartalmazó nyílthalmaz, míg utóbbi annyira sűrű, hogy 9 tagja tömörül 1'-es térrészen belül. Előbbi binokulárral is könnyen azonosítható, utóbbit csak közepes nagyításon választhatjuk el a csillagoktól mint egy kis bolyhos foltot.

Az NGC 6888, avagy Sarló-köd egy intersztelláris buborék. Központi csillaga egy Wolf-Rayet-csillag: a nagy tömegű égitest gyors csillagszele mintegy „üregt vájt” a csillagközi térben lévő, illetve önmagáról korábban lefújt anyagba. A köd meglehetősen

fényes, sötét égbolton 8 cm-es távcsővel épphogy észrevehető. OIII-szűrő rengeteget javít a látványon, ennek használata mellett akár városi égen is megtalálhatjuk 15-25 cm-es műszer birtokában. A félkör alakú köd általában nem tartalmaz részleteket, ezek megpillantásához 30 cm feletti átmérő szükséges még a szűrő használata mellett is.

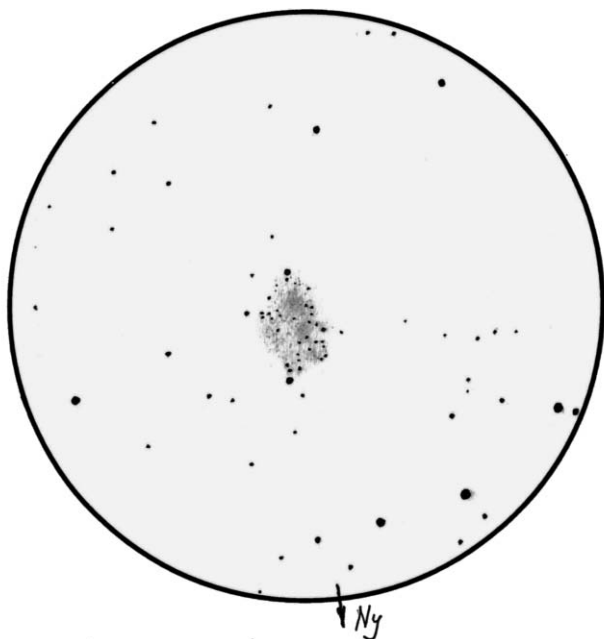
A Hattyú Tejút-mezején található nagy és szétszórt, valamint kisebb és kompakt nyílthalmazokat egyaránt. Ennek az az oka, hogy az égnek ezen a részén tulajdonképpen saját spirálkarunkban nézünk hosszában végig, így közeli és távoli égitestek egyaránt láthatók. A Roslund 5 az η Cyg és a 39 Cygni között félúton fekszik, mérete $40'$, összfényessége 5–6 magnitúdó között van. Binokulárral és kisebb távcsövekkel egy papírsárkány alakú csillagnégyszög körül szinte gyűrűszerűen csoportosuló foltot láthatunk, komponensei 7–12 magnitúdósak.

Az ϵ Cyg, a λ Cyg és a 47 Cygni alkotta háromszög közepén elhelyezkedő Ruprecht 173 is binokulárral is jól látható halmaz, hiszen $50'$ -es méretéhez 4-5 magnitúdós összfényesség társul. Laza halmaz: kéttucatnyi 6,5–10 magnitúdós csillaga egy nagy, középen összenyomott H betűt formáz.

A kisebb, kompaktabb nyílt csillaghalmazok legszebbike az NGC 6819, amely szépsége és fényessége ($7,3^m$) ellenére nem kap sok figyelmet. Ennek oka az, hogy minden fényes, szabad szemmel látható csillagtól messze esik, és keresőtávcső, valamint pontos térkép híján nem lehet rátalálni. A 7^m körüli és $7'$ -es csillagcsoport látványa a kisebb műszerekben a gömbhalmazokra emlékeztet. Közepes nagyítás mellett 10-15 cm-es műszerben elkezd csillagaira bomlani, és megfigyelhetővé válik két



Az NGC 6811 NY Cyg Jókai András felvételén



Az NGC 7062 NY Cyg Sánta Gábor rajzán

markáns, V vagy U betűre emlékeztető csillagláncolat a belső régióban. Érdekes alakja és gazdagsága egy 20 cm-es távcsőben teljes szépségében tárul fel.

Az NGC 6811 sokkal könnyebben megtalálható, hiszen a δ Cygnitól északnyugatra 1,7 fokra helyezkedik el. Binokulárral csak egy feltűnő, ezüstös korong a 6,8 magnitúdós csillaghalmaz, de kisebb távcső közepes nagyítással 8-9'-es csillagokból álló fánk-szerű alakzatot mutat. A nyílthalmaz középső 2'-es részén alig vannak komponensek, emiatt Lyukas Halmaznak is nevezik.

A δ Cygnitól az ellenkező irányba indulva (kelet-délkelet felé) 3,4 fok megtétele után egy sűrű, csillagokból álló, 5'-es foltra bukkanunk. A 7,6 magnitúdós összfényességű folt az NGC 6866. Mivel főleg 11-13 magnitúdósak a komponensei, közepes távcső is csillagaira bontja.

A Hattyú északkeleti szegmense a nyílthalmazok kiapadhatatlan tárháza. Az M39-hez közel fekvő NGC 7062 az egyik legszebb közülük, ezt a ρ Cygnitól 2 fokkal nyugat-északnyugatra érhetjük el. Az alig 5'-es, de 8 magnitúdós csillaghalmaz határozottan szögletes formájú, és számos 11-14 magnitúdós csillag tartozik hozzá. A legszebb látványt 15-20 cm-es távcsövek adják, amelyek egy rombusz alakú, csillagportól ezüstösen fénylő objektumot mutatnak.

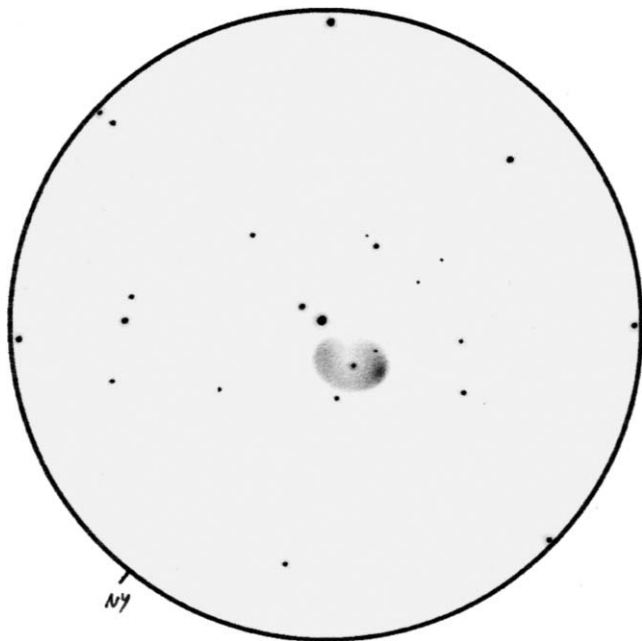
Ebbe a csoportba tartozik még az NGC 7086 és az NGC 7128 is: mindkettő 8-9 magnitúdós, de míg az előző egy 7'-es, halvány csillagokban gazdag csoport, addig a másik

mindössze 3'-es térrészben kevés, fényesebb komponenst mutat. Megfigyelésükhöz 20 cm-es távcső az ideális, de kisebb átmérővel is jól észlelhetők.

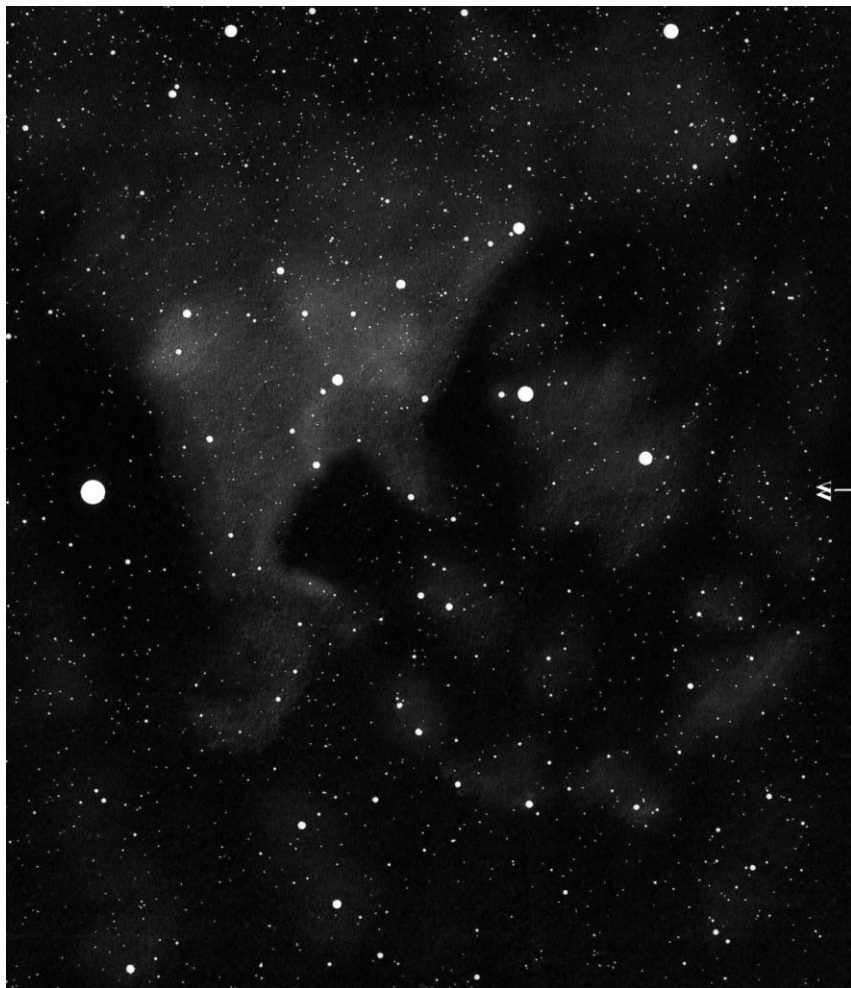
A Hattyú planetáris ködei közül hármat kell kiemelnünk. Az NGC 6826, vagyis a Pislogó-köd a legismertebb közülük: nevét annak köszönheti, hogy kisebb műszerekkel szemlélve a köd elfordított látással szemlélve fényesnek, kiterjedtnek tűnik, míg közvetlen látással csak a központi csillag marad észlelhető, a köd látszólag „eltűnik”. Ez a 8 magnitúdós, fél ívperces köd a nagyobb távcsövekben világoszöld színével és érdekes, kettős belső struktúrájával hívja fel magára a figyelmet.

Az NGC 7027-et néha Varázsszőnyeg-ködnek is nevezik, mivel nagy nagyításon kissé torz négyszög alakúnak látszik. Ez a 15 ívmásodperces ködöcske 8-9 magnitúdós, és 15 cm körüli távcsövekkel szemlélve határozottan kék színűnek látszik. Nagy távcsövekkel és nagy nagyításon a kék színű „szőnyeg” a benne ülő központi csillaggal elbűvölő látvány. Nagyon közel van a híres Észak-Amerika-ködhöz, a ξ Cygnitól 1,7 fokkal szinte pontosan délre található.

A harmadikként kiemelt célpontunk az NGC 7008, amely messze a Hattyú északi határánál, fényes csillagoktól távol helyezkedik el. Némiképp nehezebb megfigyelni, mint az előző két planetáris ködöt, mivel fényessége csak 10 magnitúdó körüli, kiterjedése pedig 1,4 ívperc. OIII-szűrő használatával azonban segíthetünk a látványon, ekkor egy kifli alakú ködösséget fogunk látni, ami az aszimmetrikus fényességeloszlá-



Az NGC 7008 PL Cyg Rotaru Beniamin rajzán



Az NGC 7000 (Észak-Amerika-köd) Kernya János Gábor rajzán (6 cm-es apokromát)...

sú köd nyugati része. 13,4 magnitúdós központi csillaga 15 cm-es távcsővel is látható, a halvány keleti tartományokat azonban csak nagy távcsövekkel tudjuk észlelni.

A Hattyú csillagkép az otthona az égbolt egyik leglátványosabb szupernóva-maradványának, a Fátyol-ködnek. A fényképekről gyakran köszönnek vissza az NGC 6960 és 6992-95, valamint NGC 6979 katalógusszámokkal jelölt szegmensei ennek a 3 fok átmérőjű buboréknak, amely egy 5000-8000 éve, 1470 fényév távolságban felrobbant szuper-



...és Molnár Péter fotóján, ugyanazzal a kivágással

nóva maradványa. A köd két fő részlete kisebb távcsövekkel is látványos, akár még 10×50-es binokulár is mutatja őket sötét égen. Az NGC 6960-ként ismert hosszú, ívelt, szinte kard formájú szakasz közepére vetül épp az 52 Cygni 4,2 magnitúdós csillag, amely 200 fényévre található. A csillag két oldalán a köd összességében bő 1 fok hosszsan követhető. Kisebb műszerekkel is látszik a köd handzsár alakja, de 25-30 cm feletti műszerek OIII-szűrővel a benne kavargó filamenteket is láthatóvá teszik.

Ha az NGC 6960-tól, az ívre merőlegesen elindulunk kelet-északkelet felé, 2,4 fok megtétele után beleütközünk a Fátyol-köd fényesebb, látványosabb szakaszába, az NGC 6992–6995 komplexumba. Hossza eléri az 1,25 fokot, szélessége azonban változó: 2-3'-tól a 20'-ig terjed. Felszínén már 10 cm-es műszerrel is elkülöníthetünk néhány foltot, 30 cm-es műszer és OIII-szűrő szálcsomós szerkezetet enged látni a különleges szépségű ködösségben.

A Fátyol-köd harmadik fényesebb, de elhanyagolt területe az 52 Cyg-től 1 fokkal északkeletre lévő NGC 6979, más néven a Pickering-háromszög. Ez egy durván 30'×15'-es háromszög alakú terület, amelynek csúcsa a buborék közepe felé mutat. Kiváló körülmények között, OIII-szűrővel már 10 cm-es műszer is mutatja, de részleteket még 30 cm-es műszer is nehezen fed föl benne.

A Fátyol-köd halvány filamentjei az NGC 6960-tól keletre a fotókon követhetők, de eddig csak egyetlen hazai vizuális észlelésről tudunk, amikor ezeket megpillantották. Akkor vidéki égen 15 cm-es távcsövet és OIII-szűrőt használtak a megfigyeléshez, nagyon kis nagyítással. Ha megpróbálkoznánk egy hasonló bravúrral, érdemes a kezünk ügyében tartani egy részletes fotót a ködről.

Hasonlóan nagy és látványos az Észak-Amerika-köd, amely egy mintegy 1600 fényév távolságban levő csillagkeletkezési terület, HII-zóna, és gerjesztő csillaga valószínűleg maga a Deneb. Nevét jellegzetes alakjáról kapta – az észak-amerikai kontinensre hasonlít. Kiterjedése hozzávetőleg 2×1,5 fok, összfényességét megbecsülni is nehéz (talán 4 magnitúdó), de jól jellemzi, hogy sötét, tiszta éjszeleken könnyen látszik szabad szemmel is. Hogy tényleg a ködöt és nem a Tejút egyik foltját látjuk, az OIII-szűrővel végzett szabadszemes megfigyelések megerősítik. Átlagos falusi égen 10×50-es binokulár határozottan mutatja, még hozzá fő jellegzetességeivel, így a „Mexikói-öböllel” együtt. Voltaképpen a legszebb látványt binokulárokkal kapjuk róla, illetve 20×-os alatti nagyítású távcsövekkel, UHC-vagy OIII-szűrő használatával. Nagy távcsővel érdekes módon nem látszik olyan jól, vagy csak részleteit tudjuk megfigyelni. Felszínén két fényesebb (9-10 magnitúdós) nyílthalmazt tudunk megfigyelni, a Collinder 428-at és az NGC 6997-et. Közélemben található – tulajdonképp vele összefügg – az IC 5070, avagy a Pelikán-köd. Ennek alacsonyabb a felületi fényessége, ezért megpillantásához nagyobb (például 15×70) binokulárra és igazán kiváló, sötét égre van szükség. 15 cm-es műszer sötét égen, OIII-szűrővel akár a porsávját is megpillanthatóvá teheti – ha a legkisebb észszerű nagyítást használjuk.

A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekció | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 7 1 | 0 | 32 | 35 | ki | 3035 6,8 | 93 – | 23 | 31 D | 197 | +1,2 | +2,2 |
| 7 3 | 0 | 23 | 43 | ki | 3288 5,8 | 80 – | 23 | 71 D | 232 | +1,4 | +1,7 |
| 7 4 | 1 | 30 | 17 | ki | 3409 7,0 | 72 – | 29 | 88 É | 251 | +1,6 | +1,2 |
| 7 4 | 2 | 37 | 43 | be | 3419 4,2 | 72 – | 33 | -48 É | 27 | +1,1 | +1,8 |
| 7 4 | 3 | 46 | 8 | ki | 3419 4,2 | 71 – | 33 | 61 É | 278 | +2,2 | -0,6 |
| 7 4 | 4 | 46 | 52 | ki | 3425 4,4 | 71 – | 30 | 41 D | 200 | +0,6 | +1,5 |

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekcio | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 7 8 | 1 | 45 | 33 | be | 364 4,3 | 32 – | 22 | –33 É | 12 | –0,1 | +2,9 |
| 7 8 | 2 | 23 | 23 | ki | 364 4,3 | 31 – | 29 | 40 É | 300 | +1,3 | +0,6 |
| 7 9 | 1 | 49 | 3 | ki | 93398 7,3 | 22 – | 18 | 77 É | 264 | +0,3 | +1,5 |
| 7 16 | 19 | 43 | 58 | be | 118702 7,5 | 19 + | 11 | 64 D | 137 | +0,0 | –2,0 |
| 7 17 | 19 | 50 | 38 | be | 119204 7,9 | 29 + | 15 | 81 D | 121 | +0,3 | –1,9 |
| 7 19 | 19 | 1 | 15 | be | 139528 7,2 | 50 + | 28 | 58 É | 79 | +1,6 | –0,9 |
| 7 21 | 19 | 6 | 29 | be | 159219 7,6 | 70 + | 27 | 53 D | 143 | +1,3 | –1,5 |
| 7 21 | 19 | 18 | 57 | be | 2200 7,5 | 70 + | 26 | 75 D | 122 | +1,6 | –1,2 |
| 7 26 | 0 | 24 | 28 | be | 2746 5,7 | 97 + | 10 | 44 É | 42 | +0,6 | –0,1 |
| 7 29 | 21 | 36 | 46 | ki | 3240 6,7 | 96 – | 18 | 50 É | 296 | +1,4 | +0,7 |
| 7 30 | 1 | 12 | 10 | ki | 3256 6,1 | 96 – | 28 | 87 É | 258 | +1,8 | –0,1 |

Évforduló

Száz éve hunyt el Charles-Joseph-Étienne Wolf

Charles-Joseph-Étienne Wolf (1829. november 9., Vorges – 1918. július 4., Saint-Servan) neve a Wolf-Rayet-csillagok egyik felfedezőjeként vált ismertté. Elzászi katonacsá-

lásban született, és fizikusként végzett. Első munkáit a felületi feszültség hőmérsékletfüggéséről, illetve a fémgázok abszorpciós spektrumáról mint hőmérsékleti indikátorokról írta. 1862-ben kapott megbízást a Párizsi Obszervatóriumba, emellett a Sorbonne Egyetemen tanított – utolsó húsz aktív évében kizárólagosan. Összeállította a Plejádok 500 csillagának katalógusát, a korban a legbővebb forrást.

Wolf először a T Coronae Borealis színeképében figyelt föl különleges emissziós vonalakra, majd később még három csillagot talált, ahol a hidrogén, a szén és a nitrogén vonalai erősen kiszélesedett emisszióban jelentkeznek. Ma is különlegesek a Wolf-Rayet-csillagok, mintegy 100 ilyen objektumot ismerünk, és úgy gondoljuk, hogy e példákban közepes tömegű csillagok roncsait látjuk, jelentős tömegvesztés után.

Wolf a Vénusz-átvonulásokkal foglalkozva megfigyelte az 1874-es és 1882-es eseményt is, és optikai magyarázatot adott a feketecsepp-jelenségre. 1902-ben publikálta a Párizsi Obszervatórium első 120 évének krónikáját. 1883-tól a Párizsi Akadémia tagja, 1898-tól éveken keresztül elnöke volt.



Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 1 | 21: 9,3 | Europa | áv |
| | 22:39,0 | Io | ek |
| | 23:42,1 | Io | ák |
| 2 | 19:46,7 | Io | mk |
| | 23: 2,9 | Io | fv |
| 3 | 20:20,0 | Io | áv |
| 6 | 20:54,4 | Ganymedes | fv |
| 8 | 21:27,5 | Europa | ev |
| | 21:30,7 | Europa | ák |
| 9 | 21:37,2 | Io | mk |
| 10 | 20: 5,4 | Io | ák |
| | 21: 6,1 | Io | ev |
| | 22:14,5 | Io | áv |
| 11 | 19:26,9 | Io | fv |
| 13 | 20: 7,2 | Ganymedes | mv |
| 15 | 21:40,7 | Europa | ek |
| 17 | 20:48,2 | Io | ek |
| | 21:18,1 | Europa | fv |
| | 22: 0,0 | Io | ák |
| 18 | 21:22,2 | Io | fv |
| 20 | 21:59,6 | Ganymedes | mk |
| 24 | 21:24,6 | Europa | mv |
| | 21:36,3 | Europa | fk |
| 25 | 19:49,9 | Io | mk |
| 26 | 19:18,3 | Io | ev |
| | 20:32,3 | Io | áv |
| 31 | 20:53,8 | Ganymedes | ák |
| | 21:38,2 | Europa | mk |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

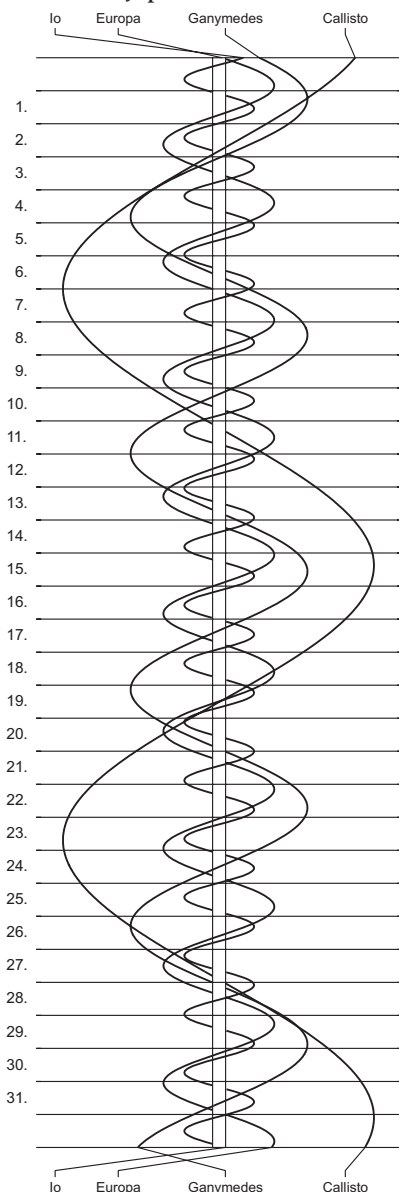
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

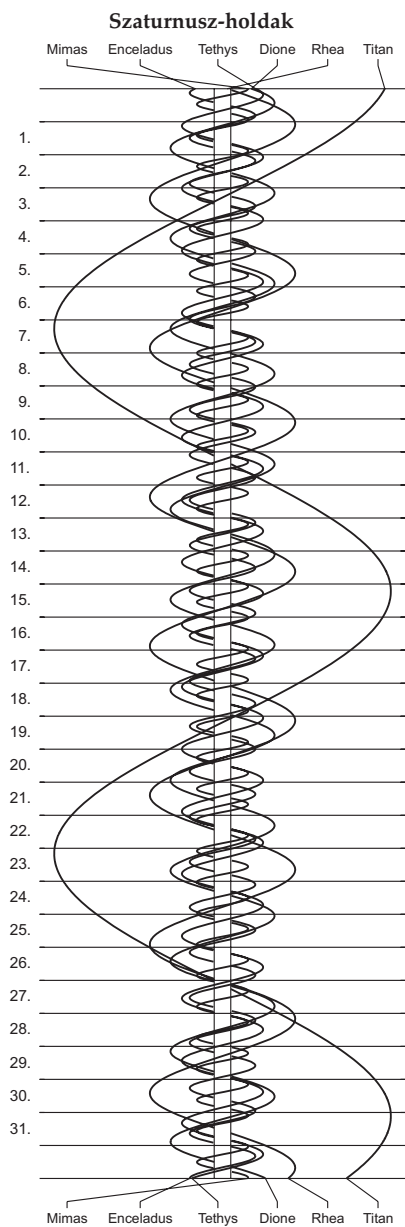
m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

Jupiter-holdak





$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – augusztus**

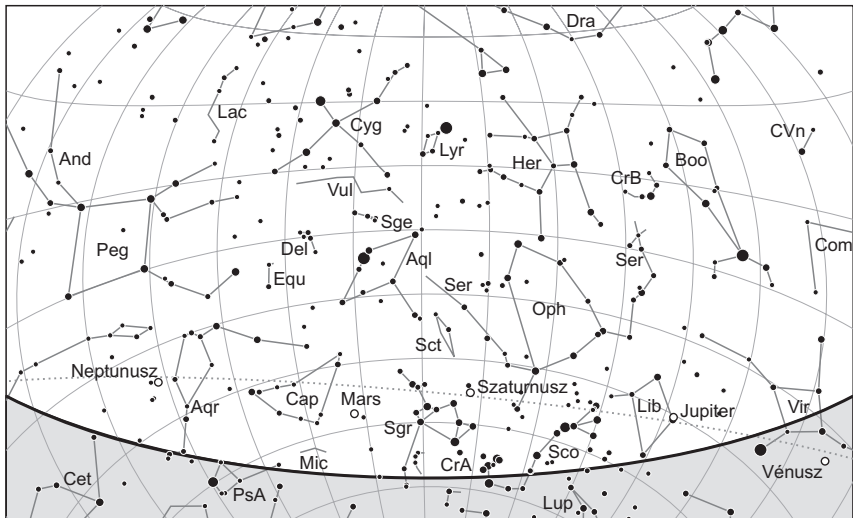
KÖZEI

| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis |
|-------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|---------|
| | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 1. sz 213. | 4 21 | 11 50 | 19 18 | 60,5 | -6,4 | 21 37 | 2 55 | 8 45 | ● 19 18 |
| 2. cs 214. | 4 22 | 11 50 | 19 17 | 60,2 | -6,3 | 22 01 | 3 38 | 9 49 | |
| 3. p 215. | 4 23 | 11 50 | 19 15 | 60,0 | -6,2 | 22 27 | 4 23 | 10 55 | |
| 4. sz 216. | 4 25 | 11 50 | 19 14 | 59,7 | -6,2 | 22 55 | 5 09 | 12 03 | |
| 5. v 217. | 4 26 | 11 50 | 19 13 | 59,4 | -6,1 | 23 27 | 5 58 | 13 13 | |
| 32. hét | | | | | | | | | |
| 6. h 218. | 4 27 | 11 50 | 19 11 | 59,1 | -6,0 | – | 6 50 | 14 24 | ● 10 58 |
| 7. k 219. | 4 29 | 11 49 | 19 09 | 58,9 | -5,8 | 0 06 | 7 47 | 15 35 | |
| 8. sz 220. | 4 30 | 11 49 | 19 08 | 58,6 | -5,7 | 0 54 | 8 46 | 16 43 | |
| 9. cs 221. | 4 31 | 11 49 | 19 06 | 58,3 | -5,6 | 1 52 | 9 49 | 17 43 | |
| 10. p 222. | 4 33 | 11 49 | 19 05 | 58,0 | -5,5 | 3 00 | 10 51 | 18 35 | |
| 11. sz 223. | 4 34 | 11 49 | 19 03 | 57,7 | -5,3 | 4 16 | 11 53 | 19 18 | ● 8 48 |
| 12. v 224. | 4 35 | 11 49 | 19 01 | 57,4 | -5,1 | 5 35 | 12 51 | 19 54 | |
| 33. hét | | | | | | | | | |
| 13. h 225. | 4 36 | 11 49 | 19 00 | 57,1 | -5,0 | 6 54 | 13 46 | 20 26 | |
| 14. k 226. | 4 38 | 11 48 | 18 58 | 56,8 | -4,8 | 8 10 | 14 38 | 20 54 | |
| 15. sz 227. | 4 39 | 11 48 | 18 56 | 56,5 | -4,6 | 9 24 | 15 28 | 21 21 | ● 12 56 |
| 16. cs 228. | 4 40 | 11 48 | 18 55 | 56,2 | -4,4 | 10 35 | 16 16 | 21 48 | |
| 17. p 229. | 4 42 | 11 48 | 18 53 | 55,9 | -4,2 | 11 43 | 17 04 | 22 16 | |
| 18. sz 230. | 4 43 | 11 48 | 18 51 | 55,5 | -4,0 | 12 49 | 17 51 | 22 47 | |
| 19. v 231. | 4 44 | 11 47 | 18 49 | 55,2 | -3,8 | 13 52 | 18 39 | 23 22 | |
| 34. hét | | | | | | | | | |
| 20. h 232. | 4 46 | 11 47 | 18 48 | 54,9 | -3,5 | 14 50 | 19 27 | – | ○ 12 56 |
| 21. k 233. | 4 47 | 11 47 | 18 46 | 54,6 | -3,3 | 15 44 | 20 16 | 0 02 | |
| 22. sz 234. | 4 48 | 11 47 | 18 44 | 54,2 | -3,0 | 16 32 | 21 04 | 0 46 | |
| 23. cs 235. | 4 50 | 11 46 | 18 42 | 53,9 | -2,8 | 17 15 | 21 52 | 1 37 | |
| 24. p 236. | 4 51 | 11 46 | 18 40 | 53,5 | -2,5 | 17 52 | 22 39 | 2 32 | |
| 25. sz 237. | 4 52 | 11 46 | 18 38 | 53,2 | -2,2 | 18 24 | 23 24 | 3 30 | ○ 12 56 |
| 26. v 238. | 4 54 | 11 45 | 18 36 | 52,9 | -2,0 | 18 52 | – | 4 32 | |
| 35. hét | | | | | | | | | |
| 27. h 239. | 4 55 | 11 45 | 18 34 | 52,5 | -1,7 | 19 18 | 0 09 | 5 34 | |
| 28. k 240. | 4 56 | 11 45 | 18 33 | 52,2 | -1,4 | 19 42 | 0 53 | 6 38 | |
| 29. sz 241. | 4 58 | 11 45 | 18 31 | 51,8 | -1,1 | 20 06 | 1 37 | 7 42 | |
| 30. cs 242. | 4 59 | 11 44 | 18 29 | 51,4 | -0,8 | 20 31 | 2 22 | 8 48 | |
| 31. p 243. | 5 00 | 11 44 | 18 27 | 51,1 | -0,5 | 20 57 | 3 07 | 9 54 | |

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

augusztus

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|------------------------------------|---|---|
| 1. | 2 458 332 | 20 38 13 | Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia |
| 2. | 2 458 333 | 20 42 10 | Lehel, Gusztáv, Mária |
| 3. | 2 458 334 | 20 46 07 | Hermína, István, Lídia, Terézia |
| 4. | 2 458 335 | 20 50 03 | Domonkos, Dominika |
| 5. | 2 458 336 | 20 54 00 | Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária |
| 6. | 2 458 337 | 20 57 56 | Berta, Bettina, Géza |
| 7. | 2 458 338 | 21 01 53 | Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát |
| 8. | 2 458 339 | 21 05 49 | László, Dominik, Domonkos, Gusztáv |
| 9. | 2 458 340 | 21 09 46 | Emőd, János, Roland |
| 10. | 2 458 341 | 21 13 42 | Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland |
| 11. | 2 458 342 | 21 17 39 | Zsuzsanna, Tibor, Klára, Lilian, Liliána, Lujza |
| 12. | 2 458 343 | 21 21 36 | Klára, Hilda, Letícia |
| 13. | 2 458 344 | 21 25 32 | Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János |
| 14. | 2 458 345 | 21 29 29 | Marcell, Menyhért |
| 15. | 2 458 346 | 21 33 25 | Mária, Alfréd |
| 16. | 2 458 347 | 21 37 22 | Ábrahám, István, Szeréna |
| 17. | 2 458 348 | 21 41 18 | Jácint |
| 18. | 2 458 349 | 21 45 15 | Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke |
| 19. | 2 458 350 | 21 49 11 | Huba, Bernát, János, Lajos |
| 20. | 2 458 351 | 21 53 08 | <i>Szent István ünnepe</i> ; István, Bernát, Stefánia, Vajk |
| 21. | 2 458 352 | 21 57 05 | Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna |
| 22. | 2 458 353 | 22 01 01 | Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária |
| 23. | 2 458 354 | 22 04 58 | Bence, Róza, Rózsa, Szidónia |
| 24. | 2 458 355 | 22 08 54 | Bertalan, Albert, Aliz |
| 25. | 2 458 356 | 22 12 51 | Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás |
| 26. | 2 458 357 | 22 16 47 | Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita |
| 27. | 2 458 358 | 22 20 44 | Gáspár, József, Mónika |
| 28. | 2 458 359 | 22 24 40 | Ágoston, Alfréd, Elemér, László |
| 29. | 2 458 360 | 22 28 37 | Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina |
| 30. | 2 458 361 | 22 32 34 | Róza, Letícia, Rózsa |
| 31. | 2 458 362 | 22 36 30 | Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna |



A déli égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 9-én jut alsó együttállásba. 15-én már kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében. Láthatósága gyorsan javul, 26-án van legnagyobb nyugati kitérésben, $18,3^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor bő másfél órával kel a Nap előtt, idei második legjobb hajnali láthatóságát adva.

Vénusz: Az esti délnyugati ég ragyogó égiteste. 17-én van legnagyobb keleti kitérésben, $45,6^\circ$ -ra a Naptól. A hónap elején másfél, a végén egy órával a napnyugtát követően nyugszik. A fényessége viszont egyre nő, ami a korai, napnyugta előtti észrevételét segíti. Fényessége $-4,3^m$ -ról $-4,6^m$ -ra, átmérője $20,4''$ -ről $28,8''$ -re nő, fázisa $0,57$ -ről $0,41$ -ra csökken.

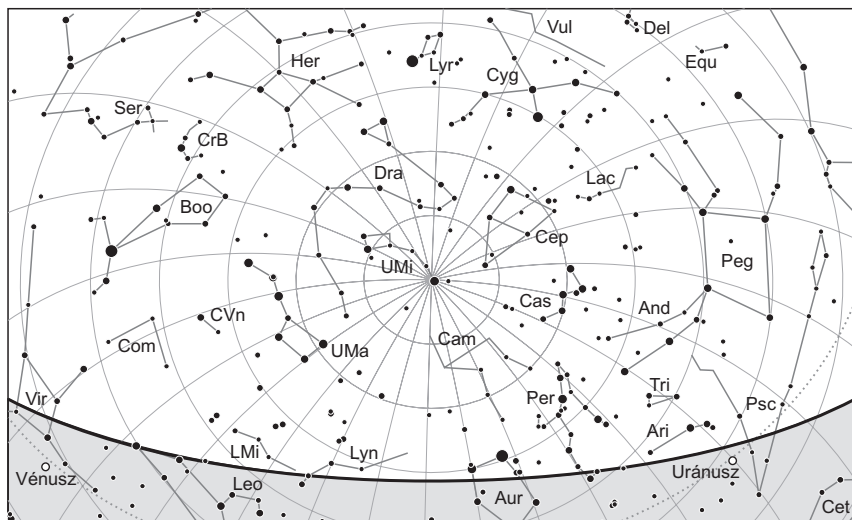
Mars: A Bak csillagképben végez hátráló mozgást, amely 28-án előretartóvá válik. Közben 24-én visszatér a Nyilas csillagképbe néhány nap erejéig. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető, hajnalban nyugszik. Fényessége gyorsan csökken $-2,8^m$ -ról $-2,1^m$ -ra. Látszó átmérője ennek megfelelően $24,3''$ -ről $21''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti délnyugati égbolt feltűnő égiteste, éjfél előtt nyugszik. Fényessége $-2,0^m$, átmérője $36''$.

Szaturnusz: A Nyilas csillagképben végzi fokozatosan lassuló hátráló mozgását. Éjfél után nyugszik, az éjszaka első felében látszik a délnyugati ég alján. Fényessége $0,3$, átmérője $18''$.

Uránusz: Késő éjszaka kel, az éjszaka második részében látható. Előretartó mozgása 7-én hátrálóvá változik, és fokozatosan gyorsul a Kos csillagképben.

Neptunusz: Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető. A Vízöntő csillagképben végzi hátráló mozgását.



Az északi égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 08.01. | 1:36 | a Hold mögül kilép az 57 Orionis (5,9 magnitúdós, 16%-os, csökkenő holdfázis) |
| 08.01. | 20:31 | a Jupitertől 25,6'-cel délre látható az 5 Lib (6,3 magnitúdós) |
| 08.02. | 20:18 | két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látszik a bolygó korongján 20:58 UT-ig |
| 08.03. | 20:30 | a (4) Vesta kisbolygó (6,4 magnitúdós) 22'-cel délre látható a Barnard 262 sötét ködttől a Kígyóartó csillagképben |
| 08.04. | 1:10 | a (115) Thyra kisbolygó (10,6 magnitúdós) 6'-cel északkeletre látható az 1 Psc-től (6,1 magnitúdós) |
| 08.04. | 5:53 | a Hold maximális librációja ($l = -7,24^\circ$, $b = +6,85^\circ$, 55,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 08.04. | 18:18 | utolsó negyed (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 31' 18") |
| 08.06. | 20:23 | a (9) Metis kisbolygó (10,8 magnitúdós) 26'-cel keletre látható az M19 gömbhalmaztól (6,8 magnitúdós) a Kígyóartó csillagképben |
| 08.07. | 18:44 | a Szaturnuszról 29,4'-cel délre látható a 12 Sgr (7,1 magnitúdós) |
| 08.09. | 5:28 | a Merkúr alsó együttállásban a Nappal |
| 08.10. | 14:28 | a Hold minimális librációja ($l = -0,06^\circ$, $b = -0,06^\circ$, 1,0%-os, csökkenő holdfázis) |
| 08.10. | 17:59 | a Hold földközeli (358074 km, látszó átmérő: 33' 22", 0,7%-os, csökkenő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 08.11. | 9:58 | újhold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 33' 20") |
| 08.12. | 20:00 | a Perseidák meteorraj maximuma augusztus 12-én 20:00 és augusztus 13-án 8:00 között, kedvező holdfázissal |
| 08.14. | 1:33 | a (6) Hebe kisbolygó (10,0 magnitúdós) 13'-cel nyugatra látható a 13 Ori-tól (6,2 magnitúdós) |
| 08.14. | 18:32 | a Vénusz 5,0°-kal délnyugatra látható a 15,5%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben, a Szűz csillagképben |
| 08.15. | 5:39 | a Vénusz dichotómiája (45,9°-os keleti elongáció, 23,9" látszó átmérő) |
| 08.16. | 1:38 | a (148) Gallia kisbolygó (10,9 magnitúdós) 8'-cel északkeletre látható a 45 Aqr-tól (6,0 magnitúdós) |
| 08.16. | 11:23 | a Mars eléri legkisebb deklinációját -26° 30'-nél a Bak csillagképben |
| 08.16. | 19:10 | a Jupitertől 35'-cel délre látható az α^2 Lib (2,8 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 08.16. | 20:31 | a Hold maximális librációja ($l = +7,59^\circ$, $b = -6,79^\circ$, 35,1%-os, növekvő holdfázis) |
| 08.17. | 1:40 | a (37) Fides kisbolygó (10,9 magnitúdós) 5'-cel nyugatra látható a 70 Aqr-tól (6,2 magnitúdós) |
| 08.17. | 17:31 | a Vénusz legnagyobb keleti elongációja (45,9°, -4,5 magnitúdós, 24,6" átmérő, 49% fázis, Szűz csillagkép) |
| 08.17. | 18:26 | a Jupiter 4,3°-kal délnyugatra látható a 44,5%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben |
| 08.18. | | a κ Cygnidák meteorraj maximuma |
| 08.18. | 7:48 | első negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 30' 26") |
| 08.18. | 19:57 | a Hold mögé belép a 49 Librae (5,5 magnitúdós, 55%-os, növekvő holdfázis) |
| 08.21. | 2:34 | a Merkúrtól 5,3°-kal északra látható a Kaptár, az M44 nyílthalmaz (1,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Rák csillagképben |
| 08.21. | 18:19 | a Szaturnusz 4,5°-kal nyugatra látható a 81,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 08.21. | 19:44 | a (4) Vesta kisbolygó (6,8 magnitúdós) 6'-cel délre látható az 51 Oph-tól (4,8 magnitúdós) |
| 08.22. | 21:49 | a 88,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 11' 39"-cel délre látható az 50 Sgr (5,6 magnitúdós) |
| 08.23. | 3:18 | a Merkúrtól 7' 53"-cel délkeletre látható az o Cnc (5,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 08.23. | 11:12 | a Hold földtávolban (405766 km, látszó átmérő: 29' 27", 91,9%-os, növekvő holdfázis) |
| 08.24. | 6:11 | a Hold minimális librációja ($l = +0,14^\circ$, $b = +0,14^\circ$, 95,5%-os, növekvő holdfázis) |
| 08.26. | 11:56 | telehold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 29' 42") |
| 08.26. | 13:42 | a (230) Athamantis kisbolygó oppozícióban (10,2 magnitúdós, Pegasus csillagkép) |
| 08.26. | 18:48 | a (9) Metis kisbolygó (11,1 magnitúdós) 6'-cel északnyugatra látható az NGC 6293 gömbhalmaztól (8,2 magnitúdós) a Kígyóartó csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 08.26. | 20:34 | a Merkúr legnagyobb nyugati elongációjaz ($18,3^\circ$, $-0,2$ magnitúdós, $7,3''$ átmérő, 43% fázis, Rák csillagkép) |
| 08.28. | 2:03 | a (40) Harmonia kisbolygó (11,5 magnitúdós) $10'$ -cel délre látható az NGC 1647 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) a Bika csillagképben |
| 08.28. | 3:25 | a Merkúr kedvező hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága $10,0^\circ$, $-0,3$ magnitúdós, fázisa 49% |
| 08.28. | 11:14 | a Merkúr dichotómiája ($18,2^\circ$ -os nyugati elongáció, $7,0''$ látszó átmérő) |
| 08.30. | 5:24 | a (37) Fides kisbolygó oppozícióban (10,5 magnitúdós, Vízöntő csillagkép) |
| 08.31. | 15:53 | a Hold maximális librációja ($l = -6,15^\circ$, $b = +6,76^\circ$, 75,3%-os, csökkenő holdfázis) |
| 08.31. | 23:33 | a $72,3\%$ -os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $4' 48''$ -cel északnyugatra látható a μ Cet (4,3 magnitúdós) |

A Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatósága

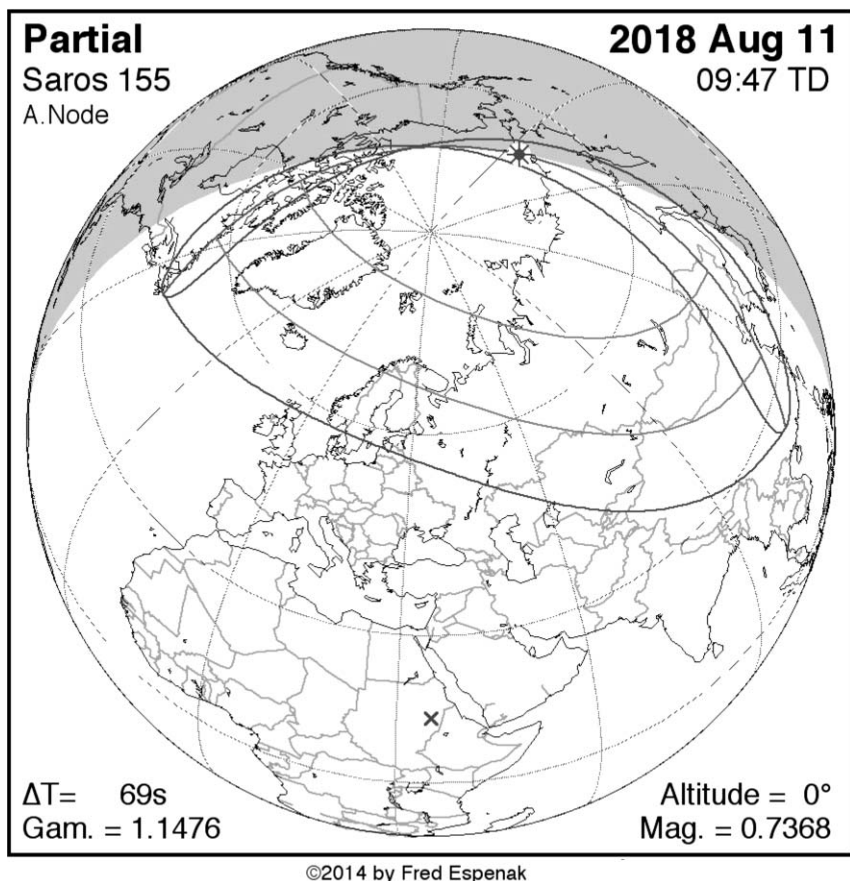
A bolygó legkedvezőbb hajnali láthatóságára augusztus végén kerül sor, a láthatóság szeptember elejére is átnyúlik. A Merkúr augusztus végén bukkan fel hajnalban a keleti horizonton. Augusztus 20-án még nem könnyű megtalálni az $1,4$ magnitúdós, $9,0''$ -es, $0,18$ fázisú vékony sarlót, mely napkeltekor 12° -kal emelkedik a horizont fölé ($CM = 45^\circ$). Mire augusztus 28-i dichotómiáját eléri, $-0,3$ magnitúdós fényesség, $7,1''$ -es átmérő és $0,49$ fázis mellett bő másfél órával kel a Nap előtt. Napkelteére jelentős, 15° -os horizont feletti magasságba kerül ($CM = 89^\circ$). Napkelteig, illetve azután is követve a bolygót, jó kontrasztviszonyok és egyre növekvő magasság mellett csodálhatjuk meg a félmerkúrt, a nagy nagyításon előbukkanó felszíni foltjaival. Szeptember 10-ig a bolygó jól megfigyelhető marad; ekkor a $-1,3$ magnitúdós, $5,3''$ átmérőjű és $0,92$ fázisú majdnem telimerkúr még egy órával kel a Nap előtt, napkeltekor 9° -ra emelkedve a horizont fölé ($CM = 148^\circ$).

Dichotómiában a Vénusz

A Vénusz dichotómiája kedvezőtlen esti láthatóság mellett következik be, ami a dichotómia nappali megfigyelésére ösztönöz. A Vénusz az augusztus 15-i dichotómia napján este $23,8''$ -es átmérő, $-4,3$ magnitúdós fényesség és $0,497$ fázis mellett másfél órával nyugszik a Nap után, napnyugtakor 13° -kal tartózkodva a horizont felett. A dichotómiát, amely a Schröter-effektus miatt 1-2 héttel korábbra várható, érdemes tehát nappali égen észlelni.

Részleges napfogyatkozás 2018. augusztus 11-én

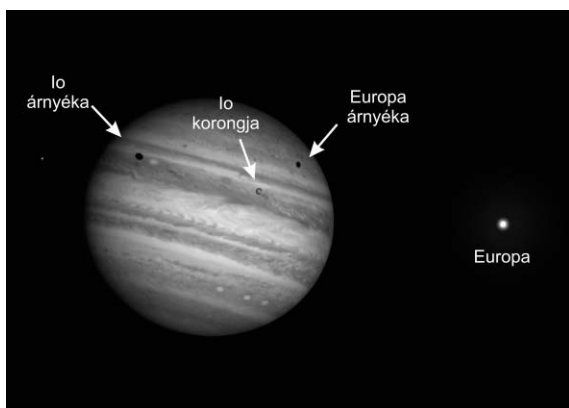
Az év utolsó fogyatkozása, egyben a minisorozat lezáró eseménye ismét egy részleges, de elég nagyfokú napfogyatkozás lesz, amely Magyarországról nem látható, bár nem túl sokon múlik: Grönlandon, Izlandon, Észak-Európában, Szibériában és Ázsia középső részén, valamint Kína nagy részén lesz látható.



A félárnyék 8:02:05-kor érinti a vízfelszínt a Labrador-tengeren, Új-Fundland partjaitól 300 km-re. A maximális méretét 9:46:15-kor éri el, ekkor Oroszország nagy részét és Közép-Ázsiát teríti be. Ezután Kínát és Mongóliát éri, majd 11:30:39-kor elhagyja a Földet, Kína középső részén.

A Nap-Hold páros a napfogyatkozás során éppen átlépett a Rákából az Oroszlán csillagképbe, a Hold felszálló csomópontja közelében. A Hold fél napja volt földközeli, így látszó mérete jóval nagyobb az átlagosnál: 33,33'. Bő egy hónap múlva lesz az őszi nap-éj egyenlőség, a Nap látszó átmérője átlagos, 31,56'. A kettő különbsége már viszonylag jelentős, 1,77', így ismét hosszú teljes napfogyatkozás lenne látható, de erre csak egy exeligmosszal (54 év 34 nap) később, 2072. szeptember 12-én kerül sor.

Ez a fogyatkozás a 155-ös Szárosz-sorozat 6. napfogyatkozása a 71-ből.



Az Io és az Europa árnyéka 20:30 UT-kor

Az Io és Europa árnyéka a Jupiteren augusztus 2-án

A nyári bemutatók kedvelt célpontja a Jupiter, de sajnos –15 fokos deklinációja próbára teszi a nyugodt légköri pillanatokra váró észlelőket. Augusztusban már a kora esti szürkületben is látszik a bolygó, ezen az estén, ahogy feltűnik az égen, az Europa hold árnyéka már a bolygó felhőzetére fog vetülni. 12-15 fokos horizont feletti magasságnál 20:18-kor a keleti peremen feltűnik az Io árnyéka is. Nagyjából 40 percen át figyelhetjük meg őket együtt, amint az Europa árnyéka vonul le a nyugati peremen, az Io árnyéka úgy kúszik egyre beljebb kelet felől.

| | | | |
|-----------------|------------------|--------|---------------------|
| 19 ^h | 2,6 ^m | Io | átvonulás kezdete |
| 20 | 18,0 | Io | árnyékvetés kezdete |
| 20 | 57,6 | Europa | árnyékvetés vége |
| 21 | 12,1 | Io | átvonulás vége |

Üstökösök

C/2017 S3 (PANSTARRS). A bizonytalan sorsú üstökös 15-én éri el a Naphoz igen közeli, 0,208 CSE távolságú perihéliumát, de komoly esély van rá, hogy széteszlik, még mielőtt megkezdődne az augusztus. Ha mégis egyben lesz ekkor, a hónap első felében az Auriga, a Gemini, majd a Cancer csillagképekben kell keresni a 7,5 és 3,5 magnitúdó között fényesedő égitestet. Mivel hozzánk is viszonylag közel lesz (7-én 0,759 CSE-re megközelít minket), sajátmozgása eléri a napi 3-4 fokot. A hónap első felében még csillagok alapján kereshető a hajnali pirkadatban, később már csak akkor vehetjük észre, ha fényessége jelentősen felülmúlja az előre jelzett értéket. Ebben segíthet, hogy 10–11-e körül fázisa eléri a 135 fokot, vagyis nagyjából a Nap és a Föld között tartózkodik, ami több magnitúdóval megemelheti a nap- és földtávolság, illetve az aktivitás alapján számolt fényességet. A porsze-

meken ekkor létrejövő ellenfényes szóródás jelensége okozta a 2007-es McNaught-üstökös váratlan nappali láthatóságát, de a Cassini-szonda is így tudta lefotózni a Szaturnusz egyébként rendkívül halvány, külső porgyűrűjét. Az alacsonyan látszó üstökös megtalálását segítheti, hogy 4-én reggel 1,6 fokkal északnyugatra, 5-én pedig 1,9 fokkal délkeletre láthatjuk a Castortól (α Gem), míg 6-án 1 fokkal délkeletre mutatkozik a Polluxtól (β Gem).

21P/Giacobini-Zinner. Az üstökös idei láthatóságának leglátványosabb szakasza kezdődik augusztusban, a hónap elején még csak 9 magnitúdós égítést a hónap végére 7 magnitúdó közelébe fényesedik, miközben a Cassiopeia, a Camelopardalis és a Perseus csillagképekben haladva az éjszaka bármely szakában megfigyelhetjük. Sajtómozgása már az időszak elején átlépi a napi 1 fokot, ami a hónap végére 2 fok/nap közelébe növekszik. Hiába halad viszont párhuzamosan a Tejút sávjával, fényes mélyég-objektumokban és csillagokban szegény területen halad, ám nagy fényessége miatt nem okozhat gondot azonosítása, akár már egy kisebb binokulárral is. Földközelsége miatt látszó mérete nagy lesz, meghaladhatja a fél fokot, így érdemes a lehető legkisebb nagyítású távcsővel és természetesen sötét, vidéki égen észlelni.

46P/Wirtanen. Miközben a Giacobini-Zinner megközelíti maximális fényességét, elkezdődik egy még jobban várt, igen látványosnak ígérkező üstökösközelítés kistávcsöves láthatósága. Amikor 1948. január 17-én Carl Wirtanen a Lick Observatórium 50 cm-es asztrográfjával felfedezte ezt a kométát, még csupán egy 16 magnitúdóig fényesedő, csillagunkat csak 1,6 CSE-re megközelítő vándor volt. Az abszolút értelemben véve halvány üstökös perihéliumtávolsága azonban az azóta eltelt évtizedekben a Jupiter perturbációinak hatására több lépcsőben 1,05 CSE-re csökkent, így az üstökös fényessége az utóbbi évtizedekben többször elérte a 10 magnitúdót. 2018-ban ráadásul minden korábbinál (és minden később várhatónál) jelentősen közelebb kerül hozzánk, december 12-én mindössze 0,078 CSE-re, azaz 11,6 millió km-re halad el bolygónktól, ekkor látszó fényessége elérheti a 4 magnitúdót. Kómájának mérete várhatóan meghaladja majd az 1 fokot, így rendkívül diffúz megjelenésre kell készülnünk, de fényszennyezéstől mentes helyről jó eséllyel szabad szemmel is látható lesz az üstökös. 1 CSE körüli nap távolsága miatt hosszú hetekig együtt fog haladni bolygónkkal, nagy fényessége sokáig megmarad, ráadásul igen kedvező helyzetben, szembenállás környékén észlelhetjük.

46P/Wirtanen

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 08.01. | 00 56 16 | -13 59 10 | 1,220 | 1,933 | 119 | 13,7 |
| 08.06. | 01 02 36 | -14 23 24 | 1,141 | 1,891 | 122 | 13,4 |
| 08.11. | 01 08 45 | -14 53 43 | 1,065 | 1,848 | 125 | 13,1 |
| 08.16. | 01 14 42 | -15 30 30 | 0,993 | 1,805 | 128 | 12,8 |
| 08.21. | 01 20 25 | -16 13 59 | 0,923 | 1,762 | 131 | 12,5 |
| 08.26. | 01 25 52 | -17 04 27 | 0,856 | 1,720 | 134 | 12,2 |
| 08.31. | 01 31 01 | -18 02 03 | 0,793 | 1,677 | 137 | 11,9 |
| 09.05. | 01 35 49 | -19 06 51 | 0,734 | 1,634 | 139 | 11,5 |
| 09.10. | 01 40 13 | -20 18 36 | 0,678 | 1,592 | 141 | 11,2 |
| 09.15. | 01 44 10 | -21 36 39 | 0,625 | 1,550 | 143 | 10,8 |
| 09.20. | 01 47 38 | -22 59 58 | 0,576 | 1,508 | 144 | 10,5 |
| 09.25. | 01 50 37 | -24 27 14 | 0,530 | 1,467 | 144 | 10,1 |

| Dátum | RA (h m s) | D (° , ' , ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|---------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 09.30. | 01 53 04 | -25 56 44 | 0,488 | 1,426 | 144 | 9,8 |
| 10.05. | 01 54 58 | -27 26 14 | 0,448 | 1,386 | 144 | 9,4 |
| 10.10. | 01 56 21 | -28 52 45 | 0,411 | 1,348 | 142 | 9,0 |
| 10.15. | 01 57 18 | -30 12 44 | 0,377 | 1,310 | 140 | 8,6 |
| 10.20. | 01 57 57 | -31 22 25 | 0,345 | 1,274 | 138 | 8,3 |
| 10.25. | 01 58 27 | -32 17 52 | 0,315 | 1,240 | 136 | 7,9 |
| 10.30. | 01 59 03 | -32 54 46 | 0,286 | 1,207 | 133 | 7,5 |
| 11.04. | 01 59 59 | -33 07 57 | 0,258 | 1,177 | 131 | 7,1 |
| 11.09. | 02 01 38 | -32 50 44 | 0,231 | 1,150 | 129 | 6,7 |
| 11.14. | 02 04 31 | -31 54 26 | 0,205 | 1,125 | 127 | 6,3 |
| 11.19. | 02 09 11 | -30 06 42 | 0,179 | 1,104 | 126 | 5,9 |
| 11.24. | 02 16 23 | -27 07 52 | 0,154 | 1,086 | 127 | 5,5 |
| 11.29. | 02 27 03 | -22 24 32 | 0,130 | 1,072 | 129 | 5,0 |
| 12.01. | 02 32 35 | -19 50 18 | 0,121 | 1,068 | 130 | 4,8 |
| 12.03. | 02 39 01 | -16 45 48 | 0,112 | 1,064 | 132 | 4,7 |
| 12.05. | 02 46 28 | -13 05 31 | 0,104 | 1,061 | 134 | 4,5 |
| 12.07. | 02 55 08 | -08 43 46 | 0,097 | 1,058 | 137 | 4,3 |
| 12.09. | 03 05 10 | -03 35 44 | 0,090 | 1,057 | 141 | 4,1 |
| 12.11. | 03 16 48 | +02 20 40 | 0,085 | 1,056 | 146 | 4,0 |
| 12.13. | 03 30 13 | +09 02 01 | 0,081 | 1,055 | 150 | 3,9 |
| 12.15. | 03 45 39 | +16 16 51 | 0,078 | 1,056 | 155 | 3,8 |
| 12.17. | 04 03 16 | +23 45 01 | 0,078 | 1,057 | 159 | 3,8 |
| 12.19. | 04 23 07 | +31 01 00 | 0,079 | 1,059 | 160 | 3,9 |
| 12.21. | 04 45 08 | +37 40 15 | 0,082 | 1,061 | 159 | 4,0 |
| 12.23. | 05 09 02 | +43 25 21 | 0,087 | 1,064 | 157 | 4,1 |
| 12.25. | 05 34 16 | +48 08 24 | 0,093 | 1,068 | 154 | 4,3 |
| 12.27. | 06 00 06 | +51 49 56 | 0,100 | 1,072 | 151 | 4,5 |
| 12.29. | 06 25 39 | +54 35 58 | 0,108 | 1,077 | 149 | 4,7 |
| 12.31. | 06 50 06 | +56 35 10 | 0,117 | 1,083 | 147 | 4,9 |

A hónap kezdetén még igen halvány, 14 magnitúdó körüli lesz, de csökkenő nap- és földtávolsága miatt gyorsan fényesedik, a hónap közepén 13, a végén már 12 magnitúdó körüli fényességre számíthatunk. A Cet testében látszó, az éjszaka második felében megfigyelhető üstökös 11-én és 12-én hajnalban is fél foknyira lesz a 14 magnitúdós IC 77-től, míg 22-én hajnalban csak pár ívperc választja majd el a hasonló fényességű NGC 487-től.

A decemberi földközelsége idején látszó égi mozgása nagyon felgyorsul, így a táblázatban erre az időszakra sűrűbben adtuk meg a koordinátákat. Az üstökösből korábban kiszabadult por is bolygónk közelébe kerül, de a számítások szerint csak 2019. január 4-én fogunk találkozni az 1974-es napközelség során kidobott nagyon apró porszemekkel, amelyek szabad szemmel alig látszó meteorokat adnak majd.

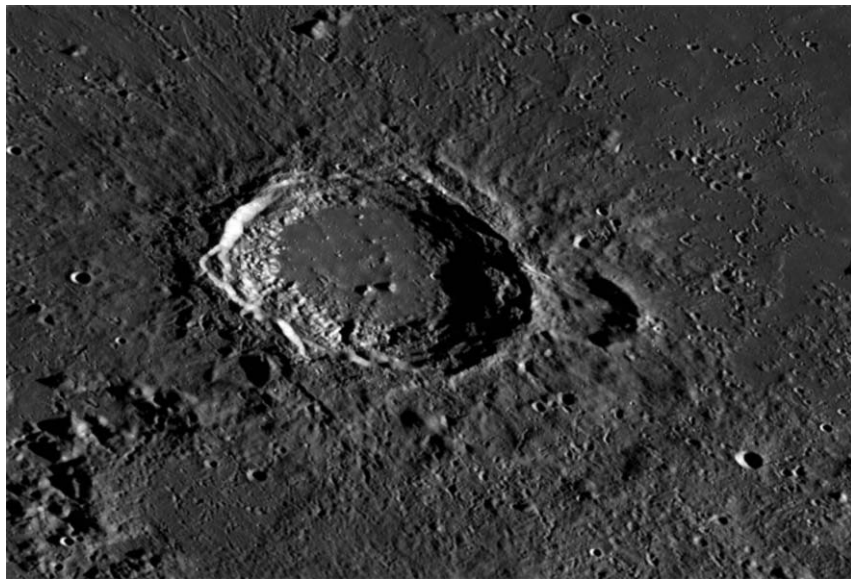
48P/Johnson. Az Aquarius, majd a Piscis Austrinus csillagképekben, vagyis a déli horizont felett alacsonyan kell keresnünk ezt a 12,5 és 12 magnitúdó között fényesedő üstökösöt. A csillagszegény környezetben dél felé haladó kométa megtalálása nem lesz egyszerű, csak a hónap legvégén (27/28-án) közelíti meg 1 fokra a 4,2 magnitúdós

é Piscis Austrinit. Asztrófotósok számára a 11-e és 13-a közötti hajnalok lehetnek érdekesek, amikor a 13,5 magnitúdós NGC 7359 galaxist közelíti meg fél fokra, 26-án hasonló távolságra lesz az NGC 7313–14 galaxispárostól, míg a hónap utolsó éjjelén 25 ívpercre látható majd a 13 magnitúdós NGC 7306-tól.

A Mitchell-kráter

Ha a Mitchell-krátert szeretnénk észlelni, könnyű dolgunk lesz, mert csak a 87 kilométeres, impozáns Aristotelest kell felkeresnünk. A Mare Frigoris délkeleti szélén fekvő Aristoteles, déli szomszédjával, az Eudoxussal együtt a legnépszerűbb célpontok közé tartozik, ám a Mitchellről nagy valószínűséggel kevés holdészlelő hallott. Pedig ott van ez a kráter az Aristoteles közvetlen közelében, sőt tulajdonképpen az Aristoteles az, amelyik rátelepedett ennek a 30 kilométeres kráternek a nyugati falára. Azon ritka esetek közé tartozik, amikor egy nagyobb kráter fed el egy kisebbet.

Az Aristoteles a kráterek fősorozatán az összetett komplex kráterek csoportjába tartozik, ugyanúgy, mint a Copernicus, vagy a Tycho. Egy dologban tér csak el, ez pedig a központi csúcs mérete. A kráter középpontjától jelentősen délre található két aprócska csúcs mindössze 500 méter magas, nagyjából 1000 méterrel alacsonyabb, mint amekkora elvárható lenne egy ilyen méretű krátertől. Ennek oka az, hogy az Aristoteles talaja feltöltődhetett a robbanásakor keletkezett olvadákkal, vagy utólag bazaltos lávával, ami a kráter közepét és így a központi csúcs nagy részét is befedte. Alacsony meg-



Az Aristoteles–Mitchell-kráterpáros a Lunar Reconnaissance Orbiter felvételén

világításnál a kráter külső törmeléktakarója nagyon szép látvány, főleg északon, ahol a Mare Frigoris bazaltsíkságán nagyon markánsan látható. Ha nagy távcsővel és nagy nagyítással szemléljük az Aristotelest, annyira lenyűgözőnek találjuk az éles kontúrú fiatalos kráterfalakat és a falaktól a szélrózsa minden irányába kiinduló törmelékét és másodlagos kráterek, kráterláncok sokaságát, hogy hajlamosak vagyunk teljesen megfeledkezni a jelentéktelen Mitchellről.

Méretéből következően a Mitchellnek Triesnecker típusú, komplex kráternek kellett lennie, kis központi csúccsal, poligonális alakkal és omlásnyomokkal a talajon. Az Aristotelest létrehozó hatalmas robbanás azonban mindent megváltoztatott. A kirepült törmelék alaposan lepusztította a Mitchellt, és részben fel is töltötte annak talaját, ám még így is viszonylag mély, nagyjából 1000 méter körüli. A kráter közepétől kissé északkeletre két nagyobb dombot pillanthatunk meg, amelyek első pillantásra két különálló központi csúcshoz tartoznak, de nagyobb a valószínűsége annak, hogy ezek csak az Aristotelesből kidobódott halmok. A Mitchell korát az imbriumi korszakba helyezik a kutatók, amely a Hold fejlődéstörténetében 3,85 milliárd évvel ezelőtt kezdődött, és 3,2 milliárd évvel ezelőtt ért véget. Az Aristoteles az ezt követő eratoszthenesi korban született (3,2–1,1 milliárd év).

A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum | | UT | | | J | Csillag | Hold | | Pozíció | | Korrekción | |
|-------|-----|----|----|----|----|------------|-------|----|---------|-----|------------|------|
| hó | nap | h | m | s | | ZC/SAO m | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 8 | 1 | 2 | 34 | 48 | ki | 3506 6,1 | 84 – | 36 | 79 D | 240 | +1,5 | +0,5 |
| 8 | 1 | 22 | 24 | 8 | ki | 60 6,9 | 77 – | 16 | 62 D | 222 | +0,6 | +2,2 |
| 8 | 5 | 0 | 29 | 57 | ki | 93228 7,5 | 47 – | 25 | 59 D | 223 | +0,2 | +2,2 |
| 8 | 5 | 1 | 0 | 33 | ki | 444 5,9 | 47 – | 30 | 89 D | 253 | +0,7 | +1,7 |
| 8 | 5 | 2 | 5 | 24 | ki | 93249 8,1 | 46 – | 39 | 74 D | 237 | +0,9 | +1,9 |
| 8 | 7 | 0 | 1 | 43 | ki | 729 7,1 | 26 – | 7 | 37 D | 208 | –0,5 | +2,2 |
| 8 | 7 | 8 | 48 | 5 | ki | 764 4,9 | 23 – | 52 | 52 É | 300 | +1,4 | –2,2 |
| 8 | 8 | 0 | 36 | 54 | ki | 94934 7,3 | 16 – | 6 | 62 É | 294 | –0,1 | +0,8 |
| 8 | 8 | 1 | 36 | 22 | ki | 895 5,9 | 16 – | 15 | 29 É | 327 | +0,9 | –0,6 |
| 8 | 8 | 1 | 49 | 15 | ki | 94988 8,2 | 15 – | 17 | 73 É | 283 | +0,2 | +1,1 |
| 8 | 8 | 1 | 49 | 57 | ki | 94991 8,4 | 15 – | 17 | 55 É | 301 | +0,4 | +0,7 |
| 8 | 8 | 2 | 4 | 25 | ki | 94999 8,8 | 15 – | 19 | 55 D | 231 | –0,1 | +2,0 |
| 8 | 8 | 2 | 7 | 9 | ki | 95001 8,1 | 15 – | 19 | 48 D | 224 | –0,2 | +2,2 |
| 8 | 8 | 5 | 34 | 46 | ki | 915 4,6 | 14 – | 53 | 29 É | 328 | +2,4 | –3,0 |
| 8 | 9 | 2 | 1 | 32 | ki | 78932 9,0 | 8 – | 9 | 71 É | 291 | +0,0 | +0,8 |
| 8 | 16 | 18 | 11 | 1 | be | 2043 6,5 | 34 + | 22 | 60 É | 78 | +1,4 | –1,0 |
| 8 | 16 | 18 | 31 | 12 | be | 2047 6,6 | 34 + | 20 | 78 É | 96 | +1,1 | –1,4 |
| 8 | 18 | 19 | 56 | 35 | be | 2291 5,5 | 55 + | 14 | 71 É | 83 | +1,2 | –1,2 |
| 8 | 22 | 21 | 27 | 48 | be | 188123 7,0 | 89 + | 19 | 70 É | 63 | +1,5 | –0,1 |
| 8 | 28 | 2 | 3 | 32 | ki | 3478 6,4 | 98 – | 28 | 59 D | 230 | +1,0 | +0,2 |
| 8 | 29 | 1 | 6 | 3 | ki | 44 7,4 | 94 – | 39 | 66 D | 232 | +1,4 | +0,8 |
| 8 | 31 | 3 | 11 | 51 | ki | 291 6,8 | 80 – | 47 | 63 D | 227 | +1,3 | +1,0 |

Évfordulók

200 éve született Maria Mitchell

Maria Mitchell (1818. augusztus 1., Nantucket – 1889. június 28., Lynn), az első amerikai csillagász nő értelmiségi családból származott. Apja, akivel élete végéig együtt dolgoztak, banktisztviselő és ismert amatőr csillagász volt. Maria ebben a környezetben és jobbára autodidakta módon sajátította el a csillagászati ismereteket. Laplace, Lagrange és Gauss munkáiból a pályaelemek és efemeridák számítását tanulta meg, és alkalmazta sikerrel. 1847. október 1-jén apjával közösen fedezték föl a C/1847 T1 (Mitchell) üstököszt. Ez már negyedik függetlenül fölfedezett üstökösük volt, de ekkor első alkalommal jártak sikerrel elsőként. A felfedezés hírére Maria a Parti Felméréshez (US Coast Survey) került, pozíciós csillagászati számítások végzése céljából. Később két európai utat is tett, az elsőt kapcsolatait bővítette (Mary Somerville, Caroline Herschel, Angelo Secchi), a másodikon a nők társadalmi helyzetével foglalkozó csoportokat látogatott.



Az Egyesült Államok első női főiskolájának (Vassar) tanárává nevezték ki, ahol halála előtti évig, nyugdíjazásáig dolgozott. Itteni tanítványai között számos, később jelentős csillagásznőt találunk, köztük volt például Caroline Furness, Antonia Maury és Mary Whitney.

Ötven éve hunyt el George Gamow

George Gamow (1904. március 4., Odessza – 1968. augusztus 20., Boulder) orosz–amerikai elméleti fizikus, a kozmikus háttérsugárzás kialakulásának első megjósolója és leírója. Georgij Antonovics Gamovként született Odesszában. Petrográdban Alekszandr Fridman-nál tanult kozmológiát rövid ideig, mentora haláláig. 1928-ban PhD-fokozatot szerzett, amit külföldi ösztöndíjak és leningrádi professzori kinevezés követett. 1934-ben emigrált az Egyesült Államokba, ahol a Washington Egyetemre került. Itt először az alfa- és béta-bomlásokkal foglalkozott (Gamow–Teller-féle kiválasztási szabályok). 1940–1941-ben a csillagok belsejében zajló fúziós folyamatokat tanulmányozta (Gamow-csúcs).

A korai Univerzum elemszintézisét már 1935-ben kezdte kutatni, míg 1946-ra eljutott az ylem-elméletig. Ekkor még úgy képzelte, hogy a kezdeti állapotban tiszta neutrongázból állt az Univerzum, és az elemek béta-bomlással jöttek létre. Amikor később kiderült, hogy az ylem-elmélet helytelen, mert a neutronokból épülő átmeneti atomok nagyon instabilak, az elmélet továbbgondolását Gamow iskolája végezte el, amelynek tagjai (Ralph Alpher és Robert Herman) ténylegesen leírták a mikrohullámú háttérsugárzás létrejöttét.



Gamow az 1950-es évektől molekuláris biológiával kezdett foglalkozni, a DNS és az aminosavak kapcsolatát vizsgálva. Humorára jellemző, hogy munkatársait a húsz aminosavról nevezte el. Ekkoriban írta elhíresült cikkét a Coriolis-erő hatásáról a tehenek kérődzésére, és a déli és északi félteke marháinak ebből fakadó különbségéről.

Kedvenc ismeretterjesztő alteregója Tompkins professzor volt, aki mindent tudott egy olyan lehetséges világegyetemről, amelyben a Planck-állandó jóval nagyobb, a fénysebesség jóval kisebb lenne. Gamow a PhD-hallgatója által jegyzett kozmológiai cikkének szerzőlistájába be kívánta emelni Tompkins professzor alak-

ját is, de ez a szerkesztői ellenálláson megtört, így a cikk elkészítésében részt egyáltalán nem vevő Hans Bethe került a listára, *in absentia* lábjegyzet kíséretében. A lábjegyzetet nem értették a szerkesztők, és lehagyták a nyomtatott változatról. Így lett tökéletes a geg, a közösség a kozmológia „alfa-béta-gamma-cikként” emlegette sokáig e munkát (Alpher, Bethe, Gamow, 1948), amelyhez Bethének valójában semmi köze nem volt – Gamow kozmológiai iskolájának és híres humorának viszont annál több.

Az amerikai, a szovjet és a dán tudományos akadémia, továbbá a Nemzetközi Aszttronautikai Akadémia is tagjává választotta.

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 1 | 21:44,0 | Io | mk |
| 2 | 19: 2,6 | Io | ek |
| | 20:18,0 | Io | ák |
| | 20:57,6 | Europa | áv |
| | 21:12,1 | Io | ev |
| 3 | 19:41,8 | Io | fv |
| 7 | 19:35,1 | Ganymedes | ek |
| 9 | 20:57,2 | Io | ek |
| | 21: 0,5 | Europa | ev |
| 11 | 18:50,4 | Io | áv |
| 17 | 20: 4,4 | Io | mk |
| 18 | 18:26,5 | Europa | mv |
| | 18:36,1 | Io | ák |
| | 18:37,6 | Europa | fk |
| | 19: 2,6 | Ganymedes | fk |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 18 | 19:31,5 | Io | ev |
| 25 | 18:44,9 | Europa | mk |
| | 19:18,3 | Io | ek |
| | 20: 0,7 | Ganymedes | mv |
| 26 | 19:56,6 | Io | fv |
| 27 | 18:10,3 | Europa | áv |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

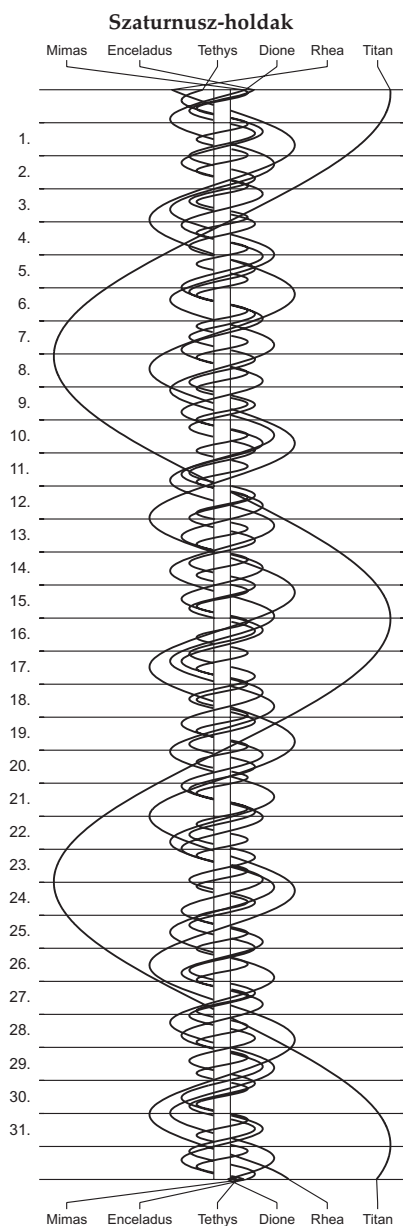
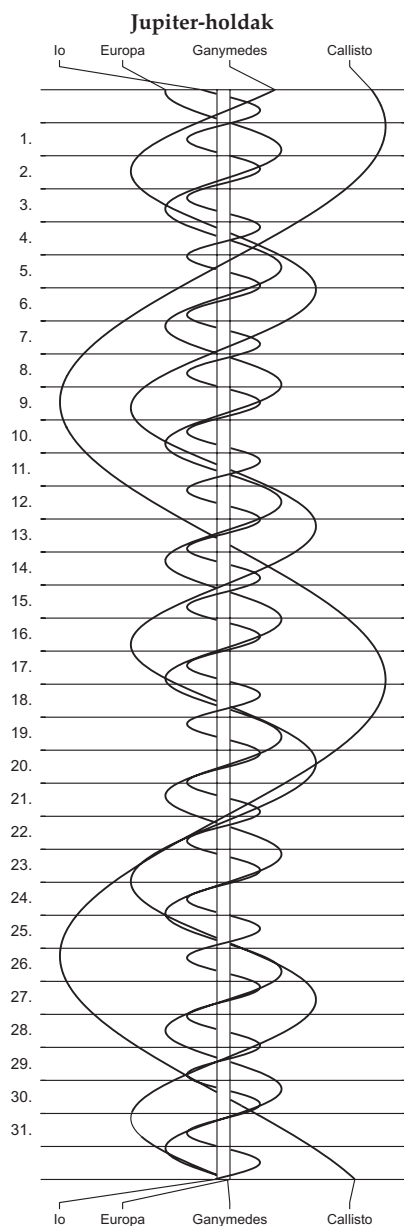
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





Kereszturi Ákos könyve a Mars megismeréséhez nyújt általános útmutatást. Célja a legtöbb fontos témakör áttekintése, és az, hogy az olvasó minél teljesebb képet kapjon a bolygó legfontosabb földtudományi és bolygótudományi jellemzőiről. A 189 oldalas kiadvány segít a Marssal kapcsolatos hírek között tájékozódni. Kapható a Polarisban, megrendelhető az MCSE-től. Ára 2000 Ft (MCSE-tagoknak 1500 Ft). www.mcse.hu

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – szeptember**

KÖZEI

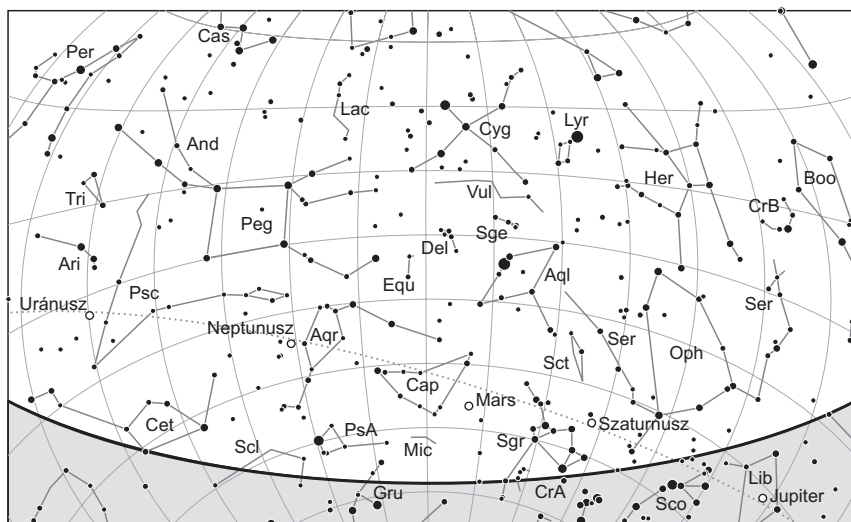
| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis |
|-------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|---------|
| | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 1. sz 244. | 5 02 | 11 44 | 18 25 | 50,7 | -0,2 | 21 27 | 3 54 | 11 03 | |
| 2. v 245. | 5 03 | 11 43 | 18 23 | 50,4 | +0,1 | 22 03 | 4 44 | 12 12 | |
| 36. hét | | | | | | | | | |
| 3. h 246. | 5 04 | 11 43 | 18 21 | 50,0 | +0,5 | 22 45 | 5 38 | 13 21 | ● 3 37 |
| 4. k 247. | 5 06 | 11 43 | 18 19 | 49,6 | +0,8 | 23 37 | 6 34 | 14 28 | |
| 5. sz 248. | 5 07 | 11 42 | 18 17 | 49,3 | +1,1 | – | 7 33 | 15 30 | |
| 6. cs 249. | 5 08 | 11 42 | 18 15 | 48,9 | +1,4 | 0 39 | 8 34 | 16 23 | |
| 7. p 250. | 5 10 | 11 42 | 18 13 | 48,5 | +1,8 | 1 50 | 9 35 | 17 09 | |
| 8. sz 251. | 5 11 | 11 41 | 18 11 | 48,1 | +2,1 | 3 06 | 10 33 | 17 48 | |
| 9. v 252. | 5 12 | 11 41 | 18 09 | 47,8 | +2,5 | 4 25 | 11 30 | 18 21 | ● 19 01 |
| 37. hét | | | | | | | | | |
| 10. h 253. | 5 14 | 11 41 | 18 07 | 47,4 | +2,8 | 5 43 | 12 24 | 18 51 | |
| 11. k 254. | 5 15 | 11 40 | 18 05 | 47,0 | +3,2 | 7 00 | 13 15 | 19 19 | |
| 12. sz 255. | 5 16 | 11 40 | 18 03 | 46,6 | +3,5 | 8 14 | 14 05 | 19 46 | |
| 13. cs 256. | 5 18 | 11 40 | 18 01 | 46,2 | +3,9 | 9 26 | 14 54 | 20 15 | |
| 14. p 257. | 5 19 | 11 39 | 17 59 | 45,9 | +4,2 | 10 34 | 15 43 | 20 45 | |
| 15. sz 258. | 5 20 | 11 39 | 17 57 | 45,5 | +4,6 | 11 40 | 16 32 | 21 19 | |
| 16. v 259. | 5 22 | 11 38 | 17 55 | 45,1 | +4,9 | 12 42 | 17 21 | 21 57 | |
| 38. hét | | | | | | | | | |
| 17. h 260. | 5 23 | 11 38 | 17 52 | 44,7 | +5,3 | 13 38 | 18 10 | 22 41 | ● 0 15 |
| 18. k 261. | 5 24 | 11 38 | 17 50 | 44,3 | +5,6 | 14 29 | 18 59 | 23 30 | |
| 19. sz 262. | 5 26 | 11 37 | 17 48 | 43,9 | +6,0 | 15 13 | 19 47 | – | |
| 20. cs 263. | 5 27 | 11 37 | 17 46 | 43,5 | +6,4 | 15 52 | 20 34 | 0 23 | |
| 21. p 264. | 5 28 | 11 37 | 17 44 | 43,1 | +6,7 | 16 25 | 21 20 | 1 21 | |
| 22. sz 265. | 5 30 | 11 36 | 17 42 | 42,8 | +7,1 | 16 55 | 22 06 | 2 21 | |
| 23. v 266. | 5 31 | 11 36 | 17 40 | 42,4 | +7,4 | 17 22 | 22 50 | 3 24 | |
| 39. hét | | | | | | | | | |
| 24. h 267. | 5 33 | 11 36 | 17 38 | 42,0 | +7,8 | 17 46 | 23 35 | 4 28 | |
| 25. k 268. | 5 34 | 11 35 | 17 36 | 41,6 | +8,1 | 18 10 | – | 5 32 | ○ 3 52 |
| 26. sz 269. | 5 35 | 11 35 | 17 34 | 41,2 | +8,5 | 18 35 | 0 19 | 6 39 | |
| 27. cs 270. | 5 37 | 11 35 | 17 32 | 40,8 | +8,8 | 19 01 | 1 05 | 7 46 | |
| 28. p 271. | 5 38 | 11 34 | 17 30 | 40,4 | +9,2 | 19 30 | 1 52 | 8 55 | |
| 29. sz 272. | 5 39 | 11 34 | 17 28 | 40,0 | +9,5 | 20 03 | 2 42 | 10 05 | |
| 30. v 273. | 5 41 | 11 34 | 17 26 | 39,6 | +9,8 | 20 43 | 3 34 | 11 14 | |

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

szeptember

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|------------------------------------|---|--|
| 1. | 2 458 363 | 22 40 27 | Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara |
| 2. | 2 458 364 | 22 44 23 | Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra |
| 3. | 2 458 365 | 22 48 20 | Hilda, Gergely, Gergő |
| 4. | 2 458 366 | 22 52 16 | Rozália, Ida, Róza, Rózsa |
| 5. | 2 458 367 | 22 56 13 | Viktor, Lőrinc, Albert |
| 6. | 2 458 368 | 23 00 09 | Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida |
| 7. | 2 458 369 | 23 04 06 | Regina, Dusan, István, Menyhért |
| 8. | 2 458 370 | 23 08 03 | Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma |
| 9. | 2 458 371 | 23 11 59 | Ádám, Péter |
| 10. | 2 458 372 | 23 15 56 | Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán |
| 11. | 2 458 373 | 23 19 52 | Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán |
| 12. | 2 458 374 | 23 23 49 | Mária, Ibolya, Irma |
| 13. | 2 458 375 | 23 27 45 | Kornél, János, Lujza |
| 14. | 2 458 376 | 23 31 42 | Szeréna, Roxána |
| 15. | 2 458 377 | 23 35 38 | Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland |
| 16. | 2 458 378 | 23 39 35 | Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma |
| 17. | 2 458 379 | 23 43 32 | Zsófia, Ildikó, Róbert |
| 18. | 2 458 380 | 23 47 28 | Diána, József, Richárd |
| 19. | 2 458 381 | 23 51 25 | Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma |
| 20. | 2 458 382 | 23 55 21 | Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna |
| 21. | 2 458 383 | 23 59 18 | Máté, Ildikó, Míra, Mirella |
| 22. | 2 458 384 | 0 03 14 | Móric, Írisz, Ottó, Tamás |
| 23. | 2 458 385 | 0 07 11 | Tekla, Ildikó, Ilona |
| 24. | 2 458 386 | 0 11 07 | Gellért, Mercedesz, Gerda, Mária |
| 25. | 2 458 387 | 0 15 04 | Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta |
| 26. | 2 458 388 | 0 19 01 | Jusztina, Dániel |
| 27. | 2 458 389 | 0 22 57 | Adalbert, Albert, Károly, Vince |
| 28. | 2 458 390 | 0 26 54 | Vencel, Bernát, Jusztina |
| 29. | 2 458 391 | 0 30 50 | Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael |
| 30. | 2 458 392 | 0 34 47 | Jeromos, Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia |

10. A zsidó naptár 5779. évének kezdete (napnyugtakor)
 11. Az iszlám naptár 1440. évének kezdete (napnyugtakor)
 14. A bizánci naptár 7527. évének kezdete



A déli égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében. 1-jén még másfél órával kel a Nap előtt, de láthatósága gyorsan romlik, szeptember 15-e után a Naphoz közeledve elvesz annak fényében, és a hónap második felében már nem figyelhető meg.

Vénusz: Napnyugta után látható a délnyugati égen. A hónap elején még egy órával nyugszik a Nap után. Noha szeptember 25-én éri el legnagyobb fényességét, láthatósága nagyon romlik, ekkor bő fél órával a Nap után nyugszik le. Viszont ekkortájt lehet a nappali égen is sikerrel megtalálni. Fényessége $-4,6^m$ -ról $-4,8^m$ -ra nő, majd $-4,7^m$ -ra változik. Átmérője $29,2''$ -ről $45,5''$ -re nő, fázisa $0,4$ -ről $0,18$ -ra csökken.

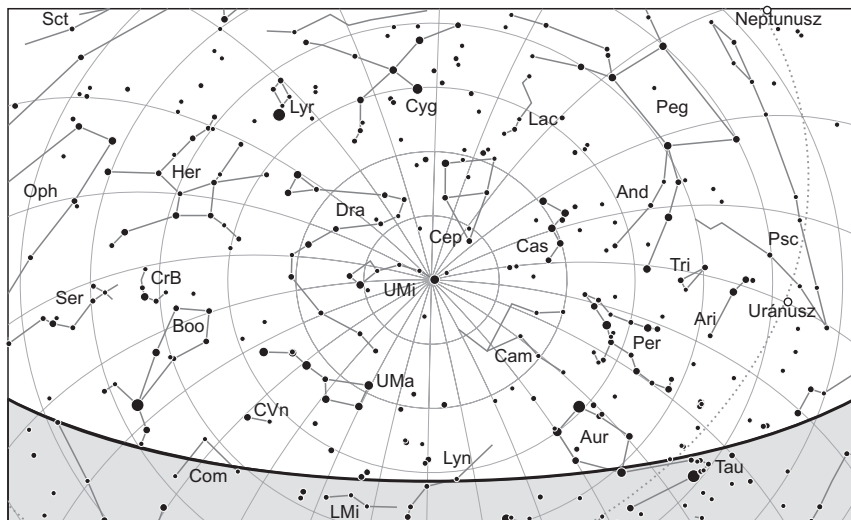
Mars: Előretartó mozgást végez, szeptember 1-jén a nap első felében a Nyilas, dél-túntól már ismét a Bak csillagképben. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető, hajnalban nyugszik. Ahogy távolodik a Földtől, fényessége és látszó mérete gyorsan csökken, előbbi $-2,1^m$ -ről $-1,3^m$ -ra, utóbbi $20,9''$ -ről $15,9''$ -re változik.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Fényesen ragyog az esti nyugati égen. A késő esti órákban nyugszik. Fényessége $-1,9^m$, átmérője $34''$.

Szaturnusz: Hátráló, majd 6-tól előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél körül nyugszik, az éjszaka első felében kereshető a délnyugati ég alján. Fényessége $0,4^m$, átmérője $17''$.

Úránusz: A késő esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében látható. Folytatja hátráló mozgását a Kos csillagképben.

Neptunusz: Egész éjszaka megfigyelhető, 7-én van szembenállásban a Nappal. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 09.01. | 15:14 | a (115) Thyra kisbolygó oppozícióban (9,9 magnitúdós, Pegazus csillagkép) |
| 09.01. | 20:41 | a Hold mögül kilép az 5 Tauri (4,1 magnitúdós, 63%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.02. | 22:00 | a Hold mögül kilép a 75 Tauri (5,0 magnitúdós, 52%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.03. | 0:46 | az 51,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 14' 48"-cel délre látható az Aldebaran, az α Tau (0,9 magnitúdós) |
| 09.03. | 2:37 | utolsó negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 31' 49") |
| 09.03. | 18:32 | két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látszik a bolygó korongján 19:03 UT-ig |
| 09.03. | 19:11 | a (9) Metis kisbolygó (11,2 magnitúdós) 3'-cel nyugatra látható a 36 Oph-tól (5,1 magnitúdós) |
| 09.04. | 0:02 | a 40,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 13' 40"-cel délre látható a 119 Tau (4,3 magnitúdós) |
| 09.04. | 19:09 | a (9) Metis kisbolygó (11,2 magnitúdós) 5'-cel nyugatra látható a 30 Sco-tól (6,3 magnitúdós) |
| 09.04. | 23:10 | a Hold mögül kilép a ν Geminorum (4,1 magnitúdós, 29%-os, csökkenő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 09.05. | 19:06 | a Szaturnuszról 1,3°-kal nyugatra látható az M21 nyílthalmaz (5,9 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.05. | 23:37 | a (27) Euterpe kisbolygó oppozícióban (9,8 magnitúdós, Vízöntő csillagkép) |
| 09.06. | 18:24 | a (9) Metis kisbolygó (11,3 magnitúdós) 3'-cel nyugatra látható a 38 Oph-tól (6,8 magnitúdós) |
| 09.06. | 19:04 | a Szaturnuszról 1,8°-kal nyugatra látható Trifid-köd, az M20 (6,3 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.07. | 2:50 | a Hold mögül kilép a 44 Cancr (8,0 magnitúdós, 9%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.07. | 3:15 | a Hold súrolva fedi a δ Cancrit az északi pereme mentén (3,9 magnitúdós, 9%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.07. | 7:50 | a Hold minimális librációja ($l = -0,74^\circ$, $b = -0,68^\circ$, 8,4%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.07. | 18:27 | a Neptunusz oppozícióban a Vízöntő csillagképben (7,8 magnitúdós, 2,3" átmérő) |
| 09.07. | 19:01 | a Szaturnuszról 2,2°-kal délnyugatra látható a Lagúna-köd, az M8 (5,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.07. | 19:01 | a Szaturnuszról 51'-cel délnyugatra látható az NGC 6546 nyílthalmaz (8,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.07. | 19:50 | a (28) Bellona kisbolygó (11,2 magnitúdós) 1'-cel délkeletre a 74 Aqr-tól (5,8 magnitúdós) |
| 09.08. | 1:12 | a Hold földközélen (361 337 km, látszó átmérő: 33' 4", 4,2%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.09. | 3:42 | a Merkúr 3,6°-kal nyugatra látható a 0,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben |
| 09.09. | 3:54 | 14 óra 7 perces holdsarló 3,8° magasan a hajnali égen (a Merkúrtól 3,7°-kal keletre) |
| 09.09. | 18:01 | újhold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 51") |
| 09.10. | 17:26 | 23 óra 25 perces holdsarló 3,6° magasan az esti égen |
| 09.13. | 2:32 | a (349) Dembowska kisbolygó (11,7 magnitúdós) 5'-cel délre látható az NGC 2903 galaxistól (9,0 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben |
| 09.13. | 15:00 | a Hold maximális librációja ($l = +6,97^\circ$, $b = -6,62^\circ$, 18,7%-os, növekvő holdfázis) |
| 09.13. | 18:08 | a Jupitertől 23,2°-cel északra látható a ν Lib (5,2 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 09.14. | 18:45 | a (30) Urania (9,7 magnitúdós) és az (112) Iphigenia (12,0 magnitúdós) kisbolygó 35'-es közelsége a Halak csillagképben |
| 09.16. | 12:53 | a Mars napközben, távolsága 1,381442 CSE |
| 09.16. | 18:40 | a (27) Euterpe (10,1 magnitúdós) és a (209) Dido (12,8 magnitúdós) kisbolygók 23,7'-es közelsége a Vízöntő csillagképben |
| 09.16. | 23:15 | első negyed (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 29' 55") |
| 09.16. | 23:38 | a (173) Ino kisbolygó oppozícióban (10,3 magnitúdós, Cet csillagkép) |
| 09.17. | 16:37 | a Szaturnusz 1,2°-kal délre látható az 57,1%-os, növekvő fázisú Holdtól a nappali égen 98°-os elongációban a Naptól |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 09.17. | 17:23 | a Szaturnusz 1,3°-kal délre látható az 57,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 09.17. | 18:16 | a Hold mögé belép a 14 Sagittarii (5,5 magnitúdós, 57%-os, növekvő holdfázis) |
| 09.17. | 18:38 | a Szaturnusztól 1,1°-kal délre látható a Cr 367 nyílthalmaz (6,4 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.18. | 17:21 | a Hold mögé belép az o Sagittarii (3,8 magnitúdós, 66%-os, növekvő holdfázis), kilépés 18:49 UT-kor |
| 09.18. | 18:33 | a Szaturnusz gyűrűjének legjobb láthatósága, a gyűrű síkjának legnagyobb dőlése ($B = 26,63^\circ$) |
| 09.19. | 1:33 | a (30) Urania kisbolygó oppozícióban (9,6 magnitúdós, Halak csillagkép) |
| 09.20. | 0:47 | a Hold földtávolban (404 907 km, látszó átmérő: 29' 31", 77,5%-os, növekvő holdfázis) |
| 09.20. | 15:40 | a Hold minimális librációja ($l = +0,42^\circ$, $b = +0,43^\circ$, 82,3%-os, növekvő holdfázis) |
| 09.21. | 5:24 | a Merkúr felső együttállásban a Nappal |
| 09.21. | 21:20 | a 90,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 2' 18"-cel délre látható a γ Cap (3,7 magnitúdós) |
| 09.22. | 18:04 | a Hold mögé belép az 60 Aquarii (5,8 magnitúdós, 95%-os, növekvő holdfázis) |
| 09.22. | 18:26 | a (4) Vesta kisbolygó (7,3 magnitúdós) 1,1°-kal délre látható a Lagúna-ködtől (M8, 5,0 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.22. | 18:26 | a (37) Fides kisbolygó (11,0 magnitúdós) 5'-cel keletre látható a 42 Aqr-tól (5,3 magnitúdós) |
| 09.23. | 1:54 | őszi nap-éj egyenlőség |
| 09.23. | 17:11 | a Neptunusz 3,2°-kal északnyugatra látható a 98,0%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben |
| 09.23. | 18:24 | a (4) Vesta kisbolygó (7,3 magnitúdós) 32'-cel délnyugatra látható az NGC 6544 gömbhalmaztól (7,5 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.23. | 21:07 | a Hold mögé belép a ψ^1 Aquarii (4,2 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis) |
| 09.23. | 22:16 | a Hold mögé belép a ψ^2 Aquarii (4,2 magnitúdós, 98%-os, növekvő holdfázis) |
| 09.24. | 0:42 | a (10) Hygiea kisbolygó oppozícióban (10,1 magnitúdós, Halak csillagkép) |
| 09.25. | 0:33 | A Vénusz eléri legnagyobb fényességét, $-4,8$ magnitúdót a Szűz csillagképben |
| 09.25. | 2:52 | telehold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 30' 18") |
| 09.25. | 18:19 | a (4) Vesta kisbolygó (7,3 magnitúdós) 20'-cel északra látható az NGC 6553 gömbhalmaztól (8,3 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 09.26. | 18:17 | a (69) Hesperia kisbolygó (11,5 magnitúdós) 7'-cel északnyugatra látható a 13 Psc-től (6,4 magnitúdós) |
| 09.26. | 19:51 | a (83) Beatrix (12,3 magnitúdós) és a (105) Artemis (12,1 magnitúdós) kisbolygók 29,8'-es közelsége a Halak csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

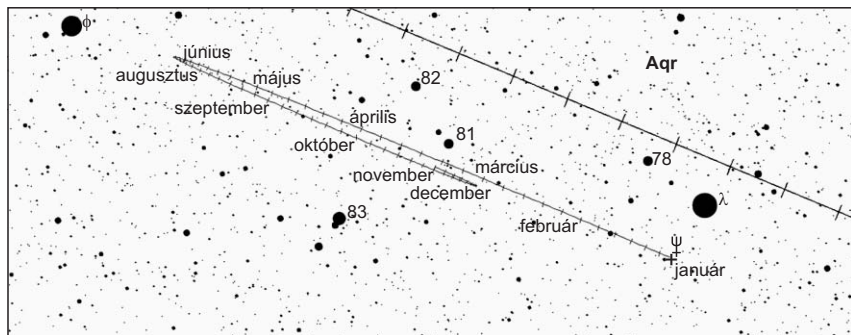
| | | |
|--------|-------|---|
| 09.27. | 14:28 | a Hold maximális librációja ($l = -4,99^\circ$, $b = +6,64^\circ$, 93,4%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.27. | 21:22 | a Hold mögül kilép a ξ^2 Ceti (4,3 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.28. | 20:35 | a (27) Euterpe (10,3 magnitúdós) és a (431) Nephele (12,6 magnitúdós) kisbolygók 19,6'-es közelsége a Vízöntő csillagképben |
| 09.30. | 0:34 | a Hold mögül kilép az 55 Tauri (7,0 magnitúdós, 75%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.30. | 2:41 | a Hold mögül kilép a 63 Tauri (5,6 magnitúdós, 75%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.30. | 3:35 | a 74,2%-os, csökkenő fázisú Hold látható a Hyadok nyílthalmazban (0,5 magnitúdós) a Bika csillagképben |

Perihéliumban a Mars

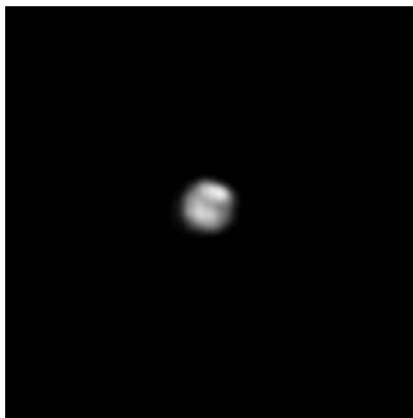
A Mars szeptember 15-én kerül napközbe. A 18,3"-es és $-1,7$ magnitúdós bolygó késő esti delelésekor még kiválóan megfigyelhető ($L_s = 251^\circ$). A déli pólussapka maradéka igen intenzív zsugorodásban van, a Novus Mons apró és fényes. Ez az időszak a nagy, globális porviharok keletkezésének legvalószínűbb időpontja. A lokális és regionális porviharok fejlődése világosvörös szűrővel figyelhető meg a legjobban, ezekben a porviharok fényesen világítanak. Globális porvihar esetén a marsléggör átlátszóságát 0-tól 5-ig terjedő skálán becsülhetjük, ahol a 0 a teljesen átlátszatlan, 5-ös pedig a teljesen tiszta léggör.

Oppozícióban a Neptunusz

A legkülső bolygó szembenállása szeptember 7-én következik be. A Vízöntő keleti részén járó bolygó ekkor 2,4"-es átmérőt és 7,8 magnitúdós fényességet ér el. Deleléskor a Neptunusz 36° -kal emelkedik a horizont fölé, kedvező körülmények közt észlel-



A Neptunusz látszó mozgása az égen 2018-ban



Apró világos folt, fényes Déli Poláris Alakzat és sötét mérsékelt sáv a Neptunuszon, Kev Wildgoose felvételén. 2017. 08. 26. 23:11 UT, C14, IR685 szűrő

hetjük. Kisebb távcsővel a bolygó színe, nagyobb műszerekkel a peremsötétedés és a koronglapultság is megfigyelhető. A bolygó déli pólusa 24°-kal billen a Föld felé, pólusvidéke így íves sapkaként látszik, egyenlítővel párhuzamos felhősávjai pedig íveltek. A Neptunusz aktív bolygó, egyre több amatőr felvételen sikerül vihartöréseket, feltűnő fehér felhőket megörökíteni. A déli pólust gallérként övező, a mérsékelt öv déli részére is lenyúló terület egy világos felhőképződésre hajlamos régió, itt nagy felbontású felvételeken gyakran tűnnek fel a Déli Poláris Alakzat kisebb világos foltjai. Az egyenlítő környékén szintén nem ritkák a világos vagy sötétebb sávok. Nagy műszerrel, narancs vagy vörös szűrővel esélyünk lehet a világos felhőalakzatok megörökítésére.

Együttállások

A hónap során először a Hold és az Aldebaran (α Tauri) találkozójára kerül sor, méghozzá 3-án 01:07 UT-kor. Ekkor égi kísérőnk peremétől mindössze 16 ívpercre fog tartózkodni a fényes, vörös színű csillag.

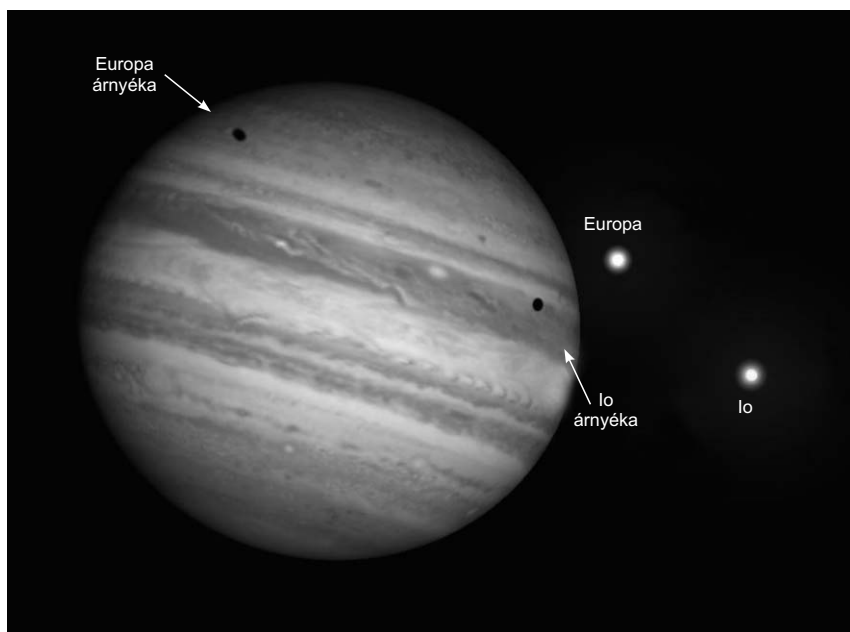
Szeptemberben a Szaturnusz az M8, M20 és M21 objektumok alkotta látványos terület közelében tartózkodik. A legszebb látványban 5-e és 10-e között lehet részünk (20:30 UT után), amikor az M21-től 1,3, az M20-tól 1,7, az M8-tól pedig 2 fokra láthatjuk a gyűrűs bolygót.

Szeptember 17-én, a még világos szürkületben kereshetjük fel a delelő Hold peremétől körülbelül 1,3 fokra tartózkodó Szaturnuszt. Az est leszálltával a két égitest szögtávolsága növekedni fog.

Szeptember 30-án 03:45 UT körül a 74%-ban megvilágított fogyó Hold a Hyadok csillaghalmaz centrális részén tartózkodik, 56 fok magasan a horizont felett.

Az Io és Europa árnyéka együtt látszik a Jupiteren szeptember 3-án

A Galilei-holdak mai jelenségei hasonlóak az egy hónappal korábbiakhoz, ismét a két belső hold a főszereplő. Az esti szürkületben, nagyon alacsonyan a délnyugati látóhatár felett látszik, amint a két hold piciny korongja mozog a Jupiter előtt, majd a nyugati peremről levonulnak. Néhány perccel később az Io árnyéka tűnik fel a bolygón. Mire az Europa árnyéka is megjelenik a keleti peremen, az Io-é már készül levonulni a nyugatin.



Az Io és az Europa árnyéka 18:45 UT-kor

| | | | |
|-----------------|-------------------|--------|---------------------|
| 17 ^h | 55,0 ^m | Io | átvonulás vége |
| 18 | 27,1 | Europa | átvonulás vége |
| 18 | 31,4 | Europa | árnyékvetés kezdete |
| 19 | 3,3 | Io | árnyékvetés vége |

Üstökösök

21P/Giacobini-Zinner. Az Auriga, a Gemini, majd az Orion érintésével a Monocerosba jutó üstökös 10-én éri el nap- és földközelségét is, ami szerencsére újhold környékére esik, így semmi sem zavarja a 7 magnitúdós, nagy és diffúz üstökös megfigyelését. A megfelelő látványhoz persze sötét, vidéki égen kell felkeresni a naponta 2 fokot elmozduló üstököst, amelynek számos látványos együttállása lesz. A hónap második éjszakáján rögtön az égbolt egyik legfényesebb csillagát, a Capellát közelíti meg 1 fokon belül, majd látványos nyílt-halmaz-közelítések következnek. A napközelség éjszakáján fél fokkal délre láthatjuk az égbolt egyik leglátványosabb halmazától, az M37-től, ám 15-én hajnalban pedig 40 ívpercre megközelíti a szabadszemes M35-öt. Szeptember utolsó napjaiban a Monoceros halmazai között halad el, 23-ától a hónap végéig öt fényes nyílt-halmazhoz kerül 1 foknál közelebb.

38P/Stephan-Oterma. Ebben a hónapban egy olyan üstökös kerül a közepes átmérőjű távcsövek hatókörébe, amelyet jó esetben is csak kétszer láthatunk egy életben.

Első felfedezője Jérôme Coggia volt 1867-ben, de az akkor 18 éves ifjú egy ismeretlen kódnek gondolta, így végül az elmozdulását két nappal később észretevő intézetigazgatójáról, Édouard Stephanról nevezték el. Két keringéssel később, 1942-ben egy finn csillagász, Liisi Oterma fedezte fel ismét fotografikusan. A 38 évenként napközelpbe kerülő üstökös legutóbb 1980 végén járt itt, amikor igen kedvező láthatóság mellett hazánkban is többen észlelték. A ritka vendéget idén valamivel rosszabb, de még így is kedvező helyzetben láthatjuk, fényessége novemberi napközelsége idején elérheti a 9 magnitúdót.

38P/Stephan–Oterma

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 09.01. | 04 43 14 | +07 17 01 | 1,548 | 1,819 | 88 | 12,2 |
| 09.06. | 04 55 07 | +08 00 28 | 1,484 | 1,790 | 90 | 11,9 |
| 09.11. | 05 07 06 | +08 44 43 | 1,422 | 1,762 | 91 | 11,6 |
| 09.16. | 05 19 12 | +09 30 04 | 1,363 | 1,737 | 93 | 11,4 |
| 09.21. | 05 31 23 | +10 16 56 | 1,306 | 1,713 | 95 | 11,1 |
| 09.26. | 05 43 38 | +11 05 41 | 1,251 | 1,690 | 97 | 10,8 |
| 10.01. | 05 55 55 | +11 56 46 | 1,199 | 1,670 | 98 | 10,6 |
| 10.06. | 06 08 13 | +12 50 39 | 1,150 | 1,652 | 100 | 10,3 |
| 10.11. | 06 20 29 | +13 47 51 | 1,103 | 1,636 | 102 | 10,1 |
| 10.16. | 06 32 39 | +14 48 57 | 1,058 | 1,622 | 104 | 9,9 |
| 10.21. | 06 44 41 | +15 54 32 | 1,016 | 1,611 | 106 | 9,7 |
| 10.26. | 06 56 32 | +17 05 09 | 0,978 | 1,601 | 109 | 9,6 |
| 10.31. | 07 08 08 | +18 21 20 | 0,942 | 1,595 | 111 | 9,4 |
| 11.05. | 07 19 23 | +19 43 33 | 0,908 | 1,590 | 114 | 9,3 |
| 11.10. | 07 30 14 | +21 12 13 | 0,878 | 1,589 | 116 | 9,2 |
| 11.15. | 07 40 33 | +22 47 31 | 0,851 | 1,589 | 119 | 9,2 |
| 11.20. | 07 50 16 | +24 29 27 | 0,828 | 1,593 | 122 | 9,2 |
| 11.25. | 07 59 18 | +26 17 40 | 0,808 | 1,598 | 126 | 9,1 |
| 11.30. | 08 07 31 | +28 11 34 | 0,791 | 1,607 | 129 | 9,2 |
| 12.05. | 08 14 48 | +30 10 07 | 0,779 | 1,617 | 133 | 9,2 |
| 12.10. | 08 21 04 | +32 11 46 | 0,770 | 1,630 | 136 | 9,3 |
| 12.15. | 08 26 14 | +34 14 33 | 0,766 | 1,645 | 140 | 9,4 |
| 12.20. | 08 30 15 | +36 16 05 | 0,767 | 1,663 | 143 | 9,5 |
| 12.25. | 08 33 07 | +38 13 47 | 0,772 | 1,682 | 147 | 9,7 |
| 12.30. | 08 34 51 | +40 05 02 | 0,781 | 1,704 | 150 | 9,9 |

Szeptemberben azonban még halványabb lesz, fényessége 12 és 10,5 magnitúdó között emelkedik, miközben kelet felé halad az Orionban. Megtalálását 3-án és 4-én hajnalban a π^3 Orionis segíti, amelyetől háromnegyed fokkal északra kell keresni, 11-én az 5,4 magnitúdós 14 Orionistól 18 ívperccel északra látható, míg 22-én 35 ívperccel északra kereshetjük a 3,6 magnitúdós λ Orionistól.

46P/Wirtanen. Az évszázados földközelsége felé tartó üstökös folytatja déli irányú mozgását, amit szerencsére bőven kompenzál gyors ütemű, 12 és 10 magnitúdó közötti fényesedése. A hónap végén már csak 0,5 CSE távolságban járó üstököst a Cet, majd a

hónap utolsó harmadában a Fornax csillagképben kell keresnünk. Csillagszegény környezetben mozogva nem lesz látványos együttállása, 12-én hajnalban 50 ívperccel északkeletre lesz látható az 5,6 magnitúdós HD 10148-tól, majd 25-e környékén az 1,3 fokra látszó 5,3 magnitúdós ϵ Fornacis segíthet megtalálásában.

48P/Johnson. A 12–13 magnitúdó között halványodó üstököst alacsonyan, a Piscis Austrinus csillagképben kereshetjük az esti, éjszakai órákban. Sajátmozgása a hónap végére nagyon lelassul, naponta alig 1 ívperccel fog elmozdulni egünkön, és egész hónapban egy 2 fok átmérőjű körön belül tartózkodik majd. A hónap második estéjén 18 ívpercre megközelíti a 13 magnitúdós NGC 7306 spirálgalaxist, de előtte és utána két-két napig fél fokon belül észlelhetjük őket.

64P/Swift–Gehrels. A 13 üstököst felfedező Lewis Swift találta meg 1892-ben, ám ezt követően nyolc napközelsége során is észrevétlen maradt, mígnem 1973-ban Tom Gehrels véletlenül fel nem fedezte. Azóta a kilencévente visszatérő kométa minden napközelségét észlelték, az 1981-es kedvező helyzetű perihélium idején 10 magnitúdóig fényesedett. Több kedvezőtlen helyzetű visszatérés után október végén évszázados földközelségbe kerül ($\Delta = 0,445$ CSE), így fényessége ismét elérheti a 10 magnitúdót.

A november 3-ai napközelsége ($q = 1,394$ CSE) felé tartó üstökös egész éjszaka látható a Pisces, majd az Andromeda csillagképben, miközben fényessége 12,5 és 11 magnitúdó között növekszik. Asztrofotósok számára kiváló lehetőségnek ígérkezik, amikor 5-én este átvonul az NGC 80 galaxiscsoport előtt, amelynek egy tucatnyi tagja fényesebb 16 magnitúdónál. Következő együttállására 23-án este kerül sor, amikor fél fokkal keletre láthatjuk a 13 magnitúdós NGC 108 galaxistól, majd 25-én hajnalban 19 ívpercre keletre mutatkozik az 5,2 magnitúdós 28 Andromedaétól.

64P/Swift–Gehrels

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 09.01. | 00 17 45 | +20 28 23 | 0,663 | 1,586 | 142 | 12,6 |
| 09.06. | 00 20 22 | +22 24 45 | 0,624 | 1,560 | 145 | 12,3 |
| 09.11. | 00 22 35 | +24 20 55 | 0,590 | 1,534 | 147 | 11,9 |
| 09.16. | 00 24 27 | +26 15 16 | 0,559 | 1,511 | 148 | 11,6 |
| 09.21. | 00 26 02 | +28 05 59 | 0,533 | 1,489 | 150 | 11,3 |
| 09.26. | 00 27 27 | +29 51 04 | 0,510 | 1,469 | 151 | 11,0 |
| 10.01. | 00 28 50 | +31 28 21 | 0,491 | 1,451 | 152 | 10,8 |
| 10.06. | 00 30 20 | +32 55 37 | 0,475 | 1,436 | 152 | 10,6 |
| 10.11. | 00 32 09 | +34 10 50 | 0,462 | 1,423 | 152 | 10,4 |
| 10.16. | 00 34 32 | +35 12 40 | 0,453 | 1,412 | 151 | 10,3 |
| 10.21. | 00 37 42 | +36 00 19 | 0,448 | 1,403 | 151 | 10,2 |
| 10.26. | 00 41 49 | +36 33 30 | 0,445 | 1,397 | 150 | 10,1 |
| 10.31. | 00 47 00 | +36 52 18 | 0,445 | 1,394 | 149 | 10,1 |
| 11.05. | 00 53 19 | +36 57 10 | 0,449 | 1,393 | 148 | 10,1 |
| 11.10. | 01 00 47 | +36 49 12 | 0,455 | 1,395 | 147 | 10,1 |
| 11.15. | 01 09 21 | +36 30 03 | 0,465 | 1,400 | 146 | 10,2 |
| 11.20. | 01 18 57 | +36 01 34 | 0,478 | 1,407 | 145 | 10,3 |
| 11.25. | 01 29 22 | +35 25 40 | 0,495 | 1,416 | 144 | 10,5 |

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m _v (m) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------|--------------------|
| 11.30. | 01 40 27 | +34 44 09 | 0,515 | 1,428 | 142 | 10,7 |
| 12.05. | 01 52 01 | +33 58 47 | 0,538 | 1,443 | 141 | 10,9 |
| 12.10. | 02 03 56 | +33 11 27 | 0,566 | 1,459 | 139 | 11,2 |
| 12.15. | 02 16 06 | +32 23 50 | 0,597 | 1,478 | 137 | 11,5 |
| 12.20. | 02 28 21 | +31 37 15 | 0,633 | 1,499 | 135 | 11,8 |
| 12.25. | 02 40 37 | +30 52 37 | 0,672 | 1,521 | 133 | 12,1 |
| 12.30. | 02 52 49 | +30 10 33 | 0,715 | 1,546 | 130 | 12,4 |

A Hold csillagfedései Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum hó nap | | UT h m s | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold fázis h | Pozíció CA PA | | Korrekció A B | |
|-----------------|----|-------------|----|----|----|---------------------|-----------------|------------------|-----|------------------|------|
| 9 | 1 | 20 | 40 | 44 | ki | 508 4,1 | 63 – 1 | 61 D | 229 | –0,4 | +1,7 |
| 9 | 2 | 0 | 59 | 54 | ki | 526 6,7 | 61 – 43 | 81 É | 267 | +1,2 | +1,2 |
| 9 | 2 | 21 | 59 | 49 | ki | 667 5,0 | 52 – 8 | 53 D | 225 | –0,4 | +1,9 |
| 9 | 3 | 1 | 7 | 46 | ki | 94019 6,7 | 50 – 39 | 48 É | 304 | +1,5 | +0,1 |
| 9 | 3 | 1 | 10 | 44 | ki | 94018 7,2 | 50 – 39 | 84 D | 256 | +0,8 | +1,6 |
| 9 | 3 | 3 | 14 | 28 | ki | 94047 7,9 | 50 – 56 | 69 É | 283 | +1,8 | +0,2 |
| 9 | 4 | 0 | 47 | 24 | ki | 94634 7,5 | 39 – 28 | 83 D | 259 | +0,4 | +1,6 |
| 9 | 4 | 2 | 23 | 42 | ki | 94684 7,2 | 39 – 43 | 42 É | 315 | +1,8 | –0,8 |
| 9 | 4 | 23 | 9 | 33 | ki | 995 4,1 | 29 – 4 | 48 É | 313 | +0,0 | +0,3 |
| 9 | 7 | 2 | 50 | 0 | ki | 1307 8,0 | 9 – 18 | 34 É | 341 | +1,0 | –1,7 |
| 9 | 15 | 16 | 11 | 14 | be | 2361 4,2 | 37 + 24 | 20 D | 168 | +1,0 | –2,5 |
| 9 | 15 | 16 | 48 | 54 | ki | 2361 4,2 | 38 + 22 | –33 D | 221 | +2,2 | +0,9 |
| 9 | 16 | 17 | 48 | 58 | be | 185318 7,0 | 48 + 19 | 59 D | 125 | +1,7 | –1,4 |
| 9 | 17 | 18 | 16 | 5 | be | 2635 5,5 | 57 + 20 | 52 D | 127 | +1,9 | –1,3 |
| 9 | 18 | 17 | 21 | 27 | be | 2779 3,8 | 66 + 20 | 81 D | 93 | +1,9 | +0,3 |
| 9 | 18 | 17 | 24 | 53 | be | 2778 7,3 | 67 + 21 | 43 É | 37 | +2,0 | +1,7 |
| 9 | 18 | 18 | 49 | 25 | ki | 2779 3,8 | 67 + 20 | –88 D | 262 | +1,8 | –0,3 |
| 9 | 20 | 19 | 1 | 36 | be | 3035 6,8 | 83 + 23 | 57 D | 106 | +2,1 | +0,0 |
| 9 | 22 | 18 | 3 | 46 | be | 3288 5,8 | 95 + 17 | 71 D | 81 | +1,2 | +1,5 |
| 9 | 22 | 22 | 7 | 59 | be | 3303 6,4 | 95 + 28 | 82 D | 70 | +1,6 | +0,0 |
| 9 | 23 | 18 | 43 | 59 | be | 3409 7,0 | 98 + 20 | 79 D | 63 | +1,1 | +1,8 |
| 9 | 23 | 21 | 7 | 25 | be | 3419 4,2 | 98 + 33 | 67 É | 28 | +1,1 | +1,8 |
| 9 | 23 | 22 | 15 | 29 | be | 3425 4,4 | 98 + 33 | 36 D | 105 | +2,4 | –0,8 |
| 9 | 27 | 21 | 21 | 33 | ki | 364 4,3 | 92 – 32 | 72 D | 242 | +0,7 | +1,8 |
| 9 | 28 | 0 | 51 | 56 | ki | 110616 7,5 | 91 – 52 | 22 D | 192 | +0,6 | +3,1 |
| 9 | 29 | 22 | 48 | 31 | ki | 627 6,6 | 76 – 36 | 76 D | 250 | +0,7 | +1,7 |
| 9 | 30 | 0 | 33 | 54 | ki | 636 7,0 | 75 – 51 | 84 D | 257 | +1,3 | +1,3 |
| 9 | 30 | 2 | 17 | 54 | ki | 93895 7,9 | 75 – 59 | 89 É | 265 | +1,7 | +0,3 |
| 9 | 30 | 2 | 40 | 52 | ki | 650 5,6 | 75 – 59 | 78 D | 251 | +1,6 | +0,6 |

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekcio | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 9 30 | 3 | 10 | 9 | ki | 93913 7,0 | 74 – | 59 | 47 É | 307 | +2,2 | -2,5 |
| 9 30 | 3 | 21 | 4 | ki | 93914 7,8 | 74 – | 58 | 85 D | 259 | +1,7 | +0,1 |
| 9 30 | 4 | 32 | 56 | ki | 93934 7,5 | 74 – | 51 | 63 É | 291 | +1,5 | -1,9 |

Évfordulók

Száz éve született Martin Ryle

Sir Martin Ryle (1918. szeptember 27., Brighton – 1984. október 14., Cambridge) angol csillagász a rádiócsillagászat egyik meghatározó alakja orvos családba született, és fizikusként végzett. A rádiójelek detektálása felé egyetemi tanulmányai alatt fordult, de kutatásait a háború félbeszakította. Leszerelése után folytatta ezeket, és PhD-fokozatot szerzett.

Elsőként munkatársaival a Napon található egyik aktív terület rádiósugárzását detektálták, és interferometriai módszerrel megadták a forrás kiterjedésének felső korlátját. Később a kisebb energiájú objektumok felé fordult a figyelme (Cas A, 1948), és összeállította az első és harmadik Cambridge-katalógusokat (1C, 3C). Munkássága közben fejlesztette ki az egyszerűbb, Michelson-féle interferométerek továbbgondolásával az apertúraszintézis módszerét (Ryle és Hewish, 1960), amellyel – a Föld forgását is kihasználva – nagy szögfelbontást tudott elérni. Ezt az extragalaktikus források megfigyelésénél sikerrel kamatoztatta, mert a galaktikus komponensektől minden korábbinál pontosabban tudta szeparálni az extragalaktikus forrásokat.

Ez vezetett híres-hírhedt vitájához az állandó állapotú világmodell képviselőivel (például Fred Hoyle, Thomas Gold). Ryle és Scheuer sokszor hangoztatta, hogy a kvazárok eloszlása egyértelműen extragalaktikus eredetre utal, és fejlődő állapotot mutat. Hoyle és csoportja ezeket az érveket Ryle és munkatársainak gyakorlatlanságára és korábbi releváns publikációik hiányára hivatkozva utasította el. (Az adatok újra elvégzett analízise alapján kiderült, hogy bár a tudomány fejlődése Ryle kozmológiai következtetéseit igazolta, az akkori adatok tényleg nem voltak megfelelő minőségűek az erős állítások meggyőző bizonyítására.)

Ryle vezetésével épült meg 1971-ben az 5 km-es antenna Cambridge-ben, amelyet a csillagász halála után tovább bővítettek (1990), és ma a tiszteletére a Ryle-teleszkóp nevet viseli. Nevét a (12136) Martinryle kisbolygó is megörökíti. A megosztott fizikai



Nobel-díj (1974) mellett megkapta a Bruce-érmet és a Királyi Csillagászati Társaság aranyérmét is.

Száz éve született William Bidelman

William Pendry Bidelman (1918. szeptember 25., Los Angeles – 2011. május 3., Murfreesboro) amerikai csillagász, a spektrális klasszifikáció emblematikus alakja, a báriumcsillagok felfedezője, a Publications of the Astronomical Society of the Pacific szerkesztője volt.



A Harvardon folytatott tanulmányait a frontszolgálat miatt függesztette föl, majd végzés után a chicagói, kaliforniai, michigani, texasi egyetemen és a Case Western egyetemen tanított, valamint karrierje további állomásaiként a Yerkes, Lick, Warner és Swasey obszervatóriumokban dolgozott, az utóbbi kettőben igazgatóként.

Sajátos érzéke volt a különleges színképű csillagok (báriumcsillagok, hidrogéncsillagok, széncsillagok, szénben szegény csillagok) fölfedezéséhez. Fiatalkori felismerése szerint A és F színképű csillagok is előfordulnak a Galaxis fősíkjától

távol, és színképük alapján ezek nagy tömegű óriások. A magas galaktikus szélességeken lévő forró óriások kérdése részleteiben máig tisztázatlan. Szintén az ő megfigyelései alapozták meg a különleges széntartalmú R és S színképosztályok kijelölését. A hatvanas években pekuiliáris Ap csillagok után kutatott, jelentős mintát gyűjtött higanyban, ozmiumban, aranyban, platinában, báriumban, bizmutban gazdag Ap-csillagokból – az egyik csillag higanytartalma például négyszázszorososan múlja felül a Nap higanygyakoriságát. Megfigyelései alapján bontakozott ki a hatvanas évek csillagászatának egyik nagy rejtélye. A pekuiliáris elemgyakoriságok magyarázatára különleges csillagfejlődési állapotot, kettősök összeolvadását, egzotikus fúziós folyamatokat tételeztek föl, végül egyrészt a különböző izotópok erős mágneses térbeli ülepedése, másrészt sugárzási térben való különböző mérvű lebegése, illetve ezek kölcsönhatása látszik a probléma megoldásának.

A Bidelman által talált több ezer pekuiliáris csillag léte és a hozzájuk kapcsolódó asztrofizikai talányok egy része a mai napig megoldatlan.

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|--------|----------|
| 2 | 18:29,0 | Io | mk |
| 3 | 17:55,0 | Io | ev |
| | 18:27,1 | Europa | ev |
| | 18:31,4 | Europa | ák |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 3 | 19: 3,3 | Io | áv |
| 5 | 18:35,6 | Ganymedes | áv |
| 10 | 17:42,9 | Io | ek |
| | 18:48,6 | Io | ák |

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 10 | 18:51,5 | Europa | ek |
| 11 | 18:16,1 | Io | fv |
| 12 | 17:55,8 | Europa | fv |
| | 18:19,1 | Ganymedes | ev |
| 26 | 18:21,1 | Io | ev |
| 28 | 17:59,1 | Europa | áv |
| 30 | 17:21,0 | Ganymedes | mv |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

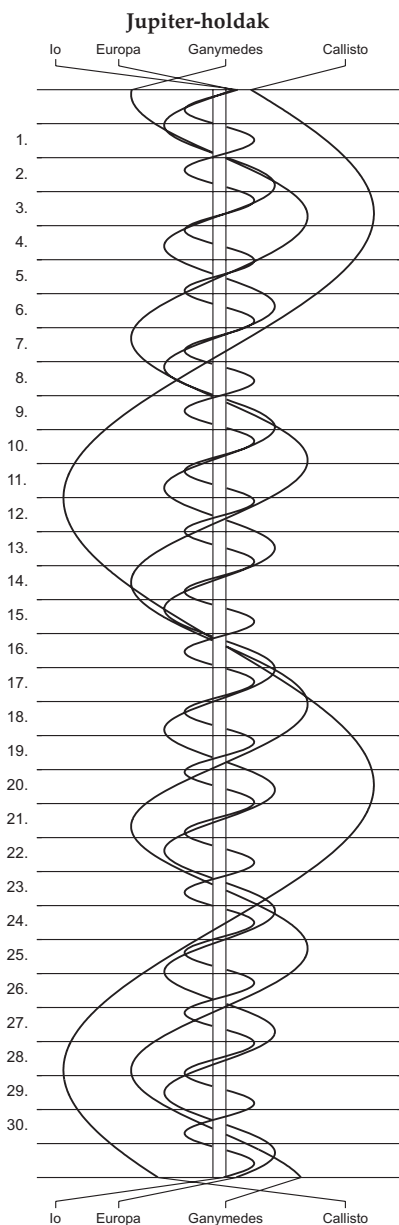
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

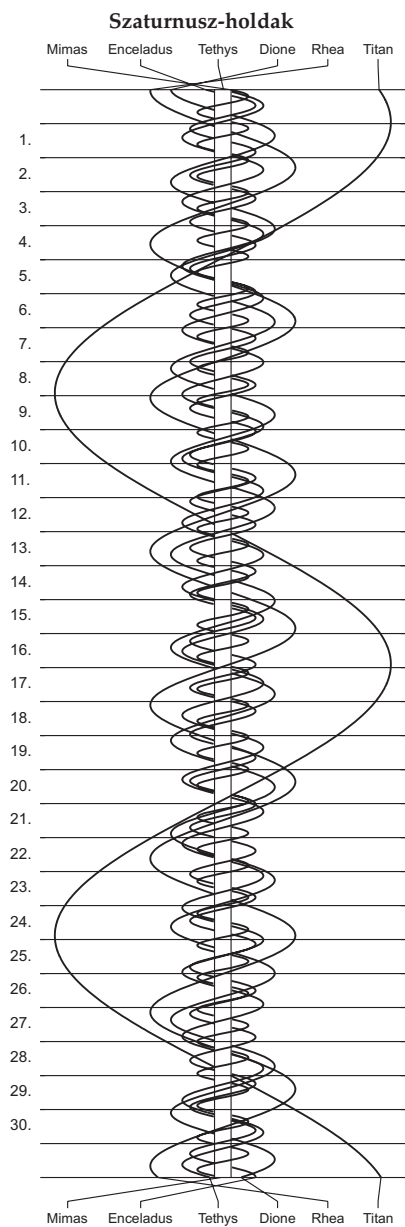
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – október**

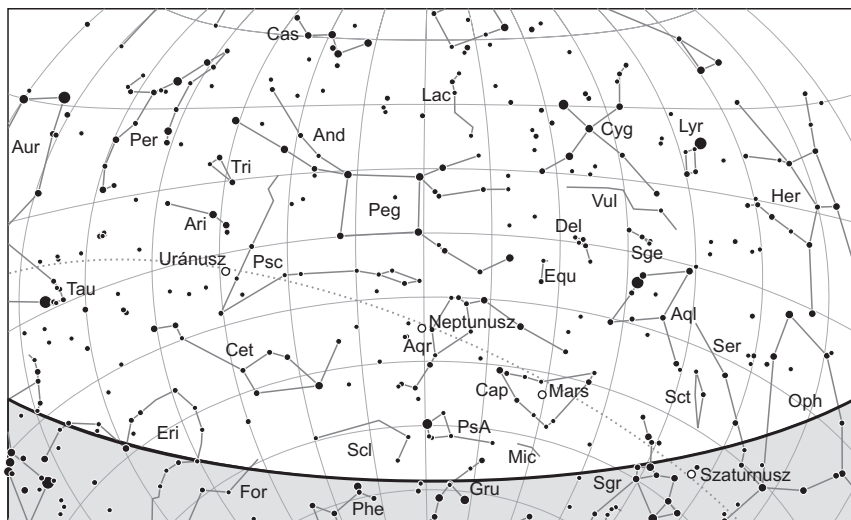
KÖZEI

| | Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis |
|---------|---------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|---------|
| | | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 40. hét | | | | | | | | | | |
| 1. | h 274. | 5 42 | 11 33 | 17 24 | 39,3 | +10,1 | 21 31 | 4 29 | 12 21 | ☉ 10 45 |
| 2. | k 275. | 5 43 | 11 33 | 17 22 | 38,9 | +10,5 | 22 28 | 5 26 | 13 23 | |
| 3. | sz 276. | 5 45 | 11 33 | 17 20 | 38,5 | +10,8 | 23 34 | 6 25 | 14 18 | |
| 4. | cs 277. | 5 46 | 11 32 | 17 18 | 38,1 | +11,1 | – | 7 24 | 15 05 | |
| 5. | p 278. | 5 48 | 11 32 | 17 16 | 37,7 | +11,4 | 0 46 | 8 21 | 15 45 | |
| 6. | sz 279. | 5 49 | 11 32 | 17 14 | 37,3 | +11,7 | 2 02 | 9 17 | 16 19 | |
| 7. | v 280. | 5 50 | 11 31 | 17 12 | 37,0 | +12,0 | 3 18 | 10 10 | 16 49 | |
| 41. hét | | | | | | | | | | |
| 8. | h 281. | 5 52 | 11 31 | 17 10 | 36,6 | +12,3 | 4 35 | 11 02 | 17 17 | ☿ 4 47 |
| 9. | k 282. | 5 53 | 11 31 | 17 08 | 36,2 | +12,6 | 5 50 | 11 53 | 17 44 | |
| 10. | sz 283. | 5 55 | 11 31 | 17 06 | 35,8 | +12,9 | 7 03 | 12 43 | 18 12 | |
| 11. | cs 284. | 5 56 | 11 30 | 17 04 | 35,4 | +13,1 | 8 15 | 13 32 | 18 42 | |
| 12. | p 285. | 5 57 | 11 30 | 17 02 | 35,1 | +13,4 | 9 23 | 14 22 | 19 14 | |
| 13. | sz 286. | 5 59 | 11 30 | 17 00 | 34,7 | +13,6 | 10 28 | 15 12 | 19 51 | |
| 14. | v 287. | 6 00 | 11 30 | 16 58 | 34,3 | +13,9 | 11 29 | 16 02 | 20 33 | |
| 42. hét | | | | | | | | | | |
| 15. | h 288. | 6 02 | 11 29 | 16 57 | 34,0 | +14,1 | 12 23 | 16 52 | 21 20 | ☿ 19 02 |
| 16. | k 289. | 6 03 | 11 29 | 16 55 | 33,6 | +14,3 | 13 10 | 17 40 | 22 12 | |
| 17. | sz 290. | 6 05 | 11 29 | 16 53 | 33,2 | +14,6 | 13 51 | 18 28 | 23 09 | |
| 18. | cs 291. | 6 06 | 11 29 | 16 51 | 32,9 | +14,8 | 14 26 | 19 15 | – | |
| 19. | p 292. | 6 08 | 11 29 | 16 49 | 32,5 | +15,0 | 14 57 | 20 00 | 0 08 | |
| 20. | sz 293. | 6 09 | 11 28 | 16 47 | 32,1 | +15,1 | 15 24 | 20 45 | 1 10 | |
| 21. | v 294. | 6 10 | 11 28 | 16 46 | 31,8 | +15,3 | 15 49 | 21 29 | 2 13 | |
| 43. hét | | | | | | | | | | |
| 22. | h 295. | 6 12 | 11 28 | 16 44 | 31,4 | +15,5 | 16 13 | 22 14 | 3 18 | ☾ 17 45 |
| 23. | k 296. | 6 13 | 11 28 | 16 42 | 31,1 | +15,6 | 16 37 | 22 59 | 4 24 | |
| 24. | sz 297. | 6 15 | 11 28 | 16 40 | 30,7 | +15,8 | 17 03 | 23 46 | 5 32 | |
| 25. | cs 298. | 6 16 | 11 28 | 16 39 | 30,4 | +15,9 | 17 31 | – | 6 42 | |
| 26. | p 299. | 6 18 | 11 28 | 16 37 | 30,0 | +16,0 | 18 03 | 0 36 | 7 54 | |
| 27. | sz 300. | 6 19 | 11 27 | 16 35 | 29,7 | +16,1 | 18 41 | 1 29 | 9 05 | |
| 28. | v 301. | 6 21 | 11 27 | 16 33 | 29,4 | +16,2 | 19 26 | 2 24 | 10 15 | |
| 44. hét | | | | | | | | | | |
| 29. | h 302. | 6 22 | 11 27 | 16 32 | 29,0 | +16,3 | 20 21 | 3 21 | 11 20 | ☿ 17 40 |
| 30. | k 303. | 6 24 | 11 27 | 16 30 | 28,7 | +16,4 | 21 24 | 4 20 | 12 17 | |
| 31. | sz 304. | 6 25 | 11 27 | 16 29 | 28,4 | +16,4 | 22 34 | 5 19 | 13 06 | |

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni. A téli időszámítás – dőlt betűvel szedve – kezdete október 28-án 2h KÖZEI-kor.

október

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|---------------------------------------|---|---|
| 1. | 2 458 393 | 0 38 43 | Malvin, Rómeó, Terézia |
| 2. | 2 458 394 | 0 42 40 | Petra, Örs, Tamás |
| 3. | 2 458 395 | 0 46 36 | Helga, Ignác, Mária, Terézia |
| 4. | 2 458 396 | 0 50 33 | Ferenc, Aranka, Hajnalka |
| 5. | 2 458 397 | 0 54 30 | Aurél, Attila, Pálma |
| 6. | 2 458 398 | 0 58 26 | Brúnó, Renáta, Csaba |
| 7. | 2 458 399 | 1 02 23 | Amália, Mária, Márk |
| 8. | 2 458 400 | 1 06 19 | Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária |
| 9. | 2 458 401 | 1 10 16 | Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára |
| 10. | 2 458 402 | 1 14 12 | Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel |
| 11. | 2 458 403 | 1 18 09 | Brigitta, Andor, Sándor |
| 12. | 2 458 404 | 1 22 05 | Miksa, Rezső |
| 13. | 2 458 405 | 1 26 02 | Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab |
| 14. | 2 458 406 | 1 29 59 | Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia |
| 15. | 2 458 407 | 1 33 55 | Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma |
| 16. | 2 458 408 | 1 37 52 | Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit |
| 17. | 2 458 409 | 1 41 48 | Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf |
| 18. | 2 458 410 | 1 45 45 | Lukács, Ambrus |
| 19. | 2 458 411 | 1 49 41 | Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter |
| 20. | 2 458 412 | 1 53 38 | Vendel, Cintia, Irén, Irina |
| 21. | 2 458 413 | 1 57 34 | Orsolya, Klementina, Zsolt |
| 22. | 2 458 414 | 2 01 31 | Előd, Korinna |
| 23. | 2 458 415 | 2 05 28 | <i>Nemzeti ünnep</i> ; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János |
| 24. | 2 458 416 | 2 09 24 | Salamon, Rafael, Ráhel |
| 25. | 2 458 417 | 2 13 21 | Blanka, Bianka, János, Margit |
| 26. | 2 458 418 | 2 17 17 | Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand |
| 27. | 2 458 419 | 2 21 14 | Szabina |
| 28. | 2 458 420 | 2 25 10 | Simon, Szimonetta, Alfréd |
| 29. | 2 458 421 | 2 29 07 | Nárcisz, Melinda |
| 30. | 2 458 422 | 2 33 03 | Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia |
| 31. | 2 458 423 | 2 37 00 | Farkas, Kristóf |



A déli égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap folyamán nem kerül megfigyelésre alkalmas helyzetbe részben a Nap közelsége, részben az ekliptika látóhatárhoz viszonyított kis hajlásszöge miatt. A hónap legvégén megkísérelhető a felkeresése, de 31-én is csak 40 perccel nyugszik a Nap után.

Vénusz: A hónap folyamán az ekliptikától délre mozog, emiatt megfigyelésre kedvezőtlen helyzetben van, noha fényessége alapján az első néhány napban a nappali égen is kereshető. Előretartó mozgása 5-én hátrálóvá változik, gyorsan közeledik a Naphoz, 27-én alsó együttállásban van vele. Fényessége $-4,7^m$ -ról $-4,2^m$ -ra csökken, majd kissé visszafényesedik, $-4,3^m$ -ra. Átmérője $46,2''$ -ről $61,3''$ -re nő, majd $60,9''$ -re csökken, fázisa $0,17$ -ről $0,006$ -ra csökken, majd újra $0,01$ -ra nő.

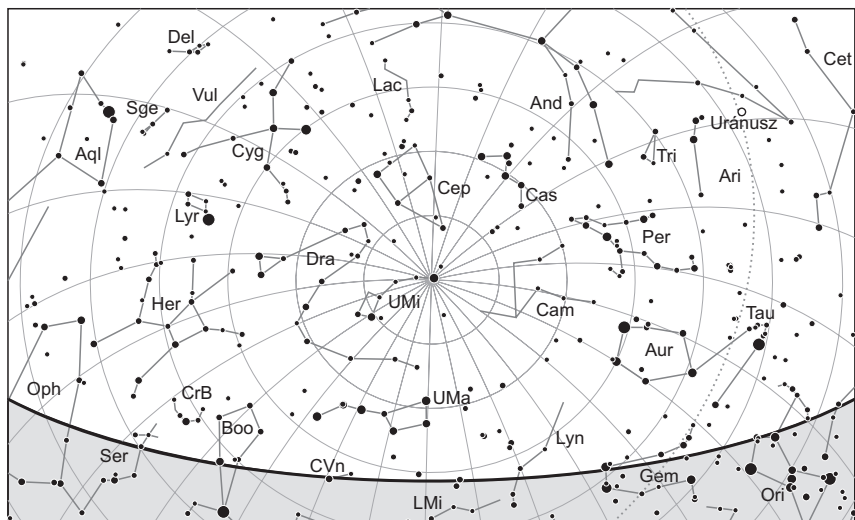
Mars: Előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Az éjszaka első felében látható a délnyugati ég alján, éjfél körül nyugszik. Fényessége $-1,3^m$ -ról $-0,6^m$ -ra, látszó átmérője $15,8''$ -ről $12,0''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hónap folyamán napnyugtán kereshető a délnyugati ég alján, de a hónap végére már elvész az alkonyi napfényben. Fényessége $-1,8^m$, átmérője $32''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez Nyilas csillagképben. Még kereshető az esti délnyugati ég alján, a késő esti órákban nyugszik. Fényessége $0,5^m$, átmérője $16''$.

Uránusz: Egész éjszaka látható, a Kos csillagképben végzi hátráló mozgását. 24-én szembenállásban van a Nappal.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Hajnalban nyugszik. A hónap végén hátráló mozgása lassulni kezd.



Az északi égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 10.01. | 22:05 | az 55,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 2' 47"-cel délre látható a 68 Ori (5,8 magnitúdós) |
| 10.02. | 9:45 | utolsó negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 32' 09") |
| 10.03. | 1:51 | a Hold mögé belép az 56 Geminorum (5,1 magnitúdós, 42%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 02:57 UT-kor |
| 10.04. | 12:37 | a Hold minimális librációja ($l = -0,98^\circ$, $b = -0,66^\circ$, 26,7%-os, csökkenő holdfázis) |
| 10.05. | 22:17 | a Hold földközeli (366 368 km, látszó átmérő: 32' 37", 13,6%-os, csökkenő holdfázis) |
| 10.06. | 17:56 | a Szaturnuszról 20,8'-cel délre látható a 12 Sgr (7,1 magnitúdós) |
| 10.06. | 17:56 | a (172) Baucis kisbolygó (11,3 magnitúdós) 5'-cel északra látható a 82 Peg-től (5,3 magnitúdós) |
| 10.07. | 13:22 | a (63) Ausonia kisbolygó oppozícióban (10,5 magnitúdós, Halak csillagkép) |
| 10.07. | 17:54 | a (4) Vesta kisbolygó (7,5 magnitúdós) 19'-cel délre látható a λ Sgr-től (2,8 magnitúdós) |
| 10.08. | 4:33 | 23 óra 14 perces holdsarló 8,5° magasan a hajnali égen |
| 10.09. | 3:47 | újhold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 32' 05") |
| 10.09. | 17:50 | a (4) Vesta kisbolygó (7,5 magnitúdós) 15'-cel délre látható az NGC 6638 gömbhalmaztól (9,2 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 10.11. | 3:45 | a Hold maximális librációja ($l = +5,95^\circ$, $b = -6,43^\circ$, 5,1%-os, növekvő holdfázis) |
| 10.11. | 16:35 | a Jupiter $5,0^\circ$ -kal délkeletre látható a 7,9%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben |
| 10.13. | 0:58 | az (532) Herculina kisbolygó (11,0 magnitúdós) $8'$ -cel délre látható a δ Cnc-től (3,9 magnitúdós) |
| 10.13. | 2:05 | a (43) Ariadne kisbolygó oppozícióban (10,3 magnitúdós, Halak csillagkép) |
| 10.14. | 18:07 | a Szaturnusz $4,9^\circ$ -kal keletre látható a 31,4%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben |
| 10.15. | 17:49 | a 40,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $8' 53''$ -cel délre látható a 28 Sgr (5,4 magnitúdós) |
| 10.16. | 18:02 | első negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője $29' 37''$) |
| 10.17. | 19:13 | a Hold földtávolban (404 266 km, látszó átmérő: $29' 34''$, 59,8%-os, növekvő holdfázis) |
| 10.17. | 21:09 | a Hold minimális librációja ($l = +0,54^\circ$, $b = +0,56^\circ$, 60,7%-os, növekvő holdfázis) |
| 10.18. | 16:22 | a Mars $2,3^\circ$ -kal délnyugatra látható a 67,9%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Bak csillagképben |
| 10.18. | 17:02 | a Hold mögé belép a 30 Capricorni (5,4 magnitúdós, 68%-os, növekvő holdfázis) |
| 10.19. | 17:31 | a Neptunusztól $15,3'$ -cel északnyugatra látható a 81 Aqr (6,2 magnitúdós) |
| 10.19. | 21:35 | a Hold mögé belép a 39 Aquarii (6,1 magnitúdós, 78%-os, növekvő holdfázis) |
| 10.20. | 16:45 | a Hold mögé belép a 74 Aquarii (5,8 magnitúdós, 84%-os, növekvő holdfázis) |
| 10.21. | | az Orionidák meteorraj maximuma |
| 10.21. | 0:18 | a Szaturnusz eléri legkisebb deklinációját $-22^\circ 31'$ -nél a Nyilas csillagképben |
| 10.24. | 11:24 | a Hold maximális librációja ($l = -4,75^\circ$, $b = +6,56^\circ$, 99,8%-os, növekvő holdfázis) |
| 10.24. | 16:45 | telehold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője $31' 08''$) |
| 10.27. | 0:48 | a Vénusz alsó együttállásban a Nappal |
| 10.28. | 2:58 | a 86,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $5' 23''$ -cel délre látható a 104 Tau (4,9 magnitúdós) |
| 10.28. | 20:09 | a Hold sűrűn fedi a ZC 892-t az északi pereme mentén (6,7 magnitúdós, 80%-os, csökkenő holdfázis) az Orion csillagképben |
| 10.28. | 20:38 | a 80,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $4' 3''$ -cel délre látható az 57 Ori (5,9 magnitúdós) |
| 10.28. | 20:53 | a Hold mögül kilép a χ^1 Orionis (4,4 magnitúdós, 80%-os, csökkenő holdfázis) |
| 10.29. | 1:00 | a 78,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $4' 9''$ -cel délre látható a χ^2 Ori (4,6 magnitúdós) |
| 10.29. | 4:09 | a (23) Thalia kisbolygó oppozícióban (10,2 magnitúdós, Cet csillagkép) |

Dátum Időpont Esemény

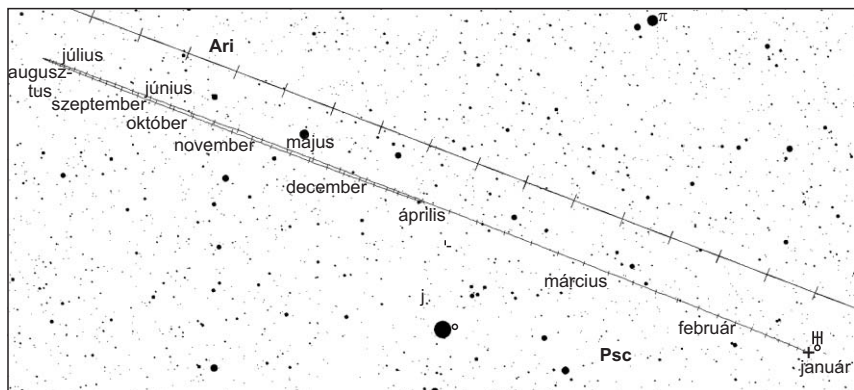
| | | |
|--------|-------|--|
| 10.29. | 16:04 | a Merkúr és a Jupiter 3,2°-os közelsége az esti szürkületben a Mérleg csillagképben |
| 10.30. | 0:18 | a Hold mögé belép a ζ Geminorum (4,0 magnitúdós, 68%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 01:03 UT-kor |
| 10.30. | 21:14 | a Hold mögül kilép a δ Geminorum (5,4 magnitúdós, 59%-os, csökkenő holdfázis) |
| 10.31. | 6:42 | a Hold minimális librációja ($l = -0,31^\circ$, $b = -0,16^\circ$, 54,9%-os, csökkenő holdfázis) |
| 10.31. | 16:40 | utolsó negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 32' 17") |
| 10.31. | 20:19 | a Hold földközelen (370 165 km, látszó átmérő: 32' 17", 48,3%-os, csökkenő holdfázis) |

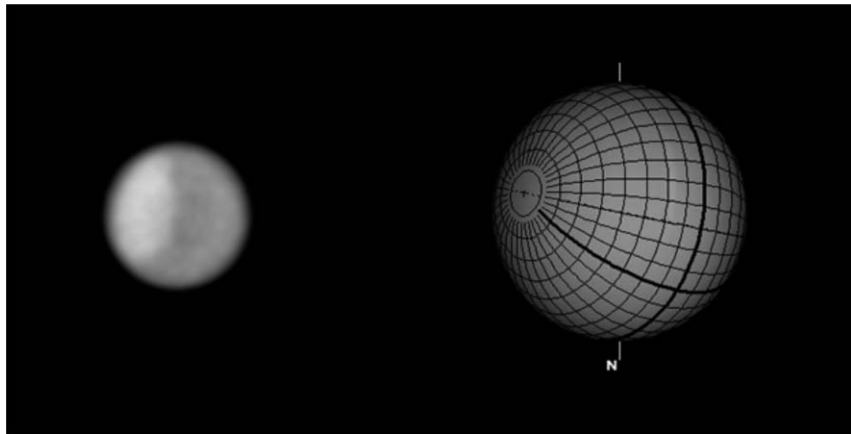
Napforduló a Marson

A csökkenő méretű és fényességű bolygón október 16-án a déli félteke nyári, az északi félteke téli napfordulóhoz ér ($L_s = 270^\circ$). A még 13,6"-es és $-0,9$ magnitúdós bolygóról részletes megfigyeléseket végezhetünk. A télbe boruló Északi Poláris Csuklya akár 50°-ig lenyúlik, a pereme megfigyelhető. Orografikus felhők előfordulhatnak, vagy kék felhő a Syrtis fölött. A Syrtis Major keskeny. Világos zúzmarafoltok előfordulhatnak, lokális porviharok megjelenhetnek délen.

Oppozícióban az Uránusz

Zöldekkék külső bolygónk szembenállására október 24-én kerül sor. Az 5,7 magnitúdós és 3,7" átmérőjű bolygó a Halak csillagkép alsó összekötő csúcsán tartózkodik. Deleléskor 54° horizont feletti magasságot ér el, kiválóan megfigyelhetjük a hosszú őszi éjszakákon. Kisebb távcsővel a bolygó színét becsülhetjük, közepes műszerekkel a peremső-





Világos északi poláris sapka az Uránuszon, amely a mérsékelt övbe is belenyúlik. Mihail Abgarjan, Jurij Gorjacsco és Konsztantyin Morozov felvétele Fehéroroszországból. 2017.08.31. 01:39 UT, 36 cm-es Klevcov–Cassegrain, Baader RG610 szűrő.

tétedés és a koronglapultság iránya is kivehetővé válik. Az utóbbi években nagytávcsöves amatőrök egyre részletesebb felvételeket készítenek az Uránusz felhősávjairól, fényes és sötét foltjairól. Jelenleg a bolygó északi pólusa hajlik 42° -kal felénk. A pólusvidék így gömbölyded sapkaként látszik, az egyenlítővel párhuzamos felhősávok pedig ívesek. Nagy távcsővel, narancs és vörös szűrőkkel bátran próbálkozhatunk a felszíni alakzatok megörökítésével.

Vénuszsarló-vadászat

Az alsó együttállása felé közeledő bolygó őszi esti láthatósága megfigyelésre nem kedvező. Október 27-i együttállása felé közeledve a Nap előtt nyugszik, és a Nap után kel. Érdeemes így esti észlelés helyett nappali égen követni az októberi fogyó Vénuszsarlót. Október 27-én, az együttállás napján délelőtt, nappali égen $6,2^\circ$ -os elongáció mellett $61,3''$ átmérőjű és $0,6\%$ -os vékony sarlót láthatunk, melynek szarvai $25\text{--}30^\circ$ -kal is túlnyúlhatnak a pólusokon. A sarlót november 2-án már megpillanthatjuk a hajnali égen, $60,3''$ -es átmérő, $-4,2$ magnitúdós fényesség és $1,9\%$ -os fázis mellett, napkeltekor 6° -kal kerülve a horizont fölé. Jelentős szarvtúlnyúlás ekkora fázisnál már nem várható.

Együttállás

Október 18-án 16:15 UT-kor a szürkületben a Hold és a Mars távolodóban lévő, de ekkor még 2 fok szögtávolságú párosát kereshetjük a déli-délkeleti horizont felett 20 fokkal. Az éjszaka első felében a két égitest szögtávolsága nő, de a páros látványos marad.

Üstökösök

21P/Giacobini–Zinner. A gyorsan távolodó üstökös fényessége fokozatosan csökken 7,5 és 9,5 magnitúdó között, de még mindig gyors déli irányú mozgása miatt a Monoceros központi részéből egészen a Canis Maior déli felébe jut. Ahogy az előző hónapokban, most is a Tejút sávjában mozog, a téli Tejút számos nyílthalmazát megközelítve. A hónap legelső hajnalán még a fényes NGC 2301-től fél fokkal délre látható, 4-én és 5-én hajnalban 40 ívperccel északra, illetve délre fotózható a halványabb NGC 2311-től. Nagyon látványosnak ígérkezik 7-én éjszaka a szabad szemmel is látható, távcsővel pedig ékszerdobozként ragyogó M50 megközelítése, két nappal később pedig az NGC 2343-hoz jut fél foknál közelebb. Már a Canis Maiorban haladva jönnek sorban az újabb nyílthalmazok, az NGC 2345 (11/12-e), az NGC 2360 (14/15-e) és az NGC 2367 (22/23-a). A hónap végén deklinációja megközelíti a -30 fokot, így észleléséhez kiváló átlátószóságra lesz szükség.

38P/Stephan–Oterma. A november 10-i napközelsége ($q = 1,588$ CSE) felé tartó üstökös bolygónkhoz is egyre közelebb kerül, így fényessége 10,5 és 9,5 magnitúdó között növekszik. A kelet felé mozgó üstököst az Orion, majd a Gemini csillagképben kereshetjük az éjszaka második felében. Remek fototémát kínál 6-a és 8-a között, ahogy áthalad az Orion egyik halvány, de érdekes szerkezetű diffúz ködén, az Sh2–268-on, miközben az utolsó hajnalon fél fokkal északra láthatjuk a 8,5 magnitúdós NGC 2194 nyílthalmaztól. Ezt követően már csak a hónap utolsó hajnalán lesz együttállása, amikor 24 ívperccel délre láthatjuk a 12,5 magnitúdós NGC 2339 galaxistól.

46P/Wirtanen. A gyorsan közeledő és rendkívüli ütemben, 10 és 7,5 magnitúdó között fényesedő üstökös a hónap végére eléri évszázados közelségének legrosszabb láthatósági időszakát. A Fornax csillagképben dél felé haladó vándor ugyanis -33 fokos deklinációig süllyed, és 10 fokos magasságban még egy 7,5 magnitúdós üstökös sem feltűnő, különösen a várt diffúz megjelenés mellett. További nehézséget jelent, hogy csillagokban igen szegény területen halad, csak 14-én hajnalban lehet segítségünkre az üstököstől 50 ívperccel keletre látszó 5,4 magnitúdós π Fornacis. Mozgásának érdekessége, hogy a hónap végére hiába kerül 0,28 CSE-s földközelségbe, bolygónk és az üstökös térbeli mozgása „kioltja” egymást, így sajátmozgása napi 3,6 ívpercre ($9''$ /óra) csökken.

64P/Swift–Gehrels. A hónap utolsó napjaiban éri el 0,445 CSE-s földközelségét, amelynek érdekessége, hogy csak 0,005 CSE-vel nagyobb az elméletileg lehetséges legkisebb értéknel, így ennél kedvezőbb helyzetben aligha láthatnánk. További érdekesség, hogy ez a közeli égitest is sokkal lassabban mozog az elvárhatónál, az Andromédában kelet felé kanyarodva csak 6,6 fokot tesz meg egy hónap alatt, miközben fényessége 11–10 magnitúdó között növekszik. Megtalálását segítheti, hogy 9-én hajnalban háromnegyed fokkal nyugatra lesz a 4,4 magnitúdós π Andromedaetől.

C/2016 N6 (PANSTARRS)

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 10.01. | 09 00 46 | +11 49 09 | 3,259 | 2,782 | 54 | 13,0 |
| 10.06. | 09 01 03 | +10 23 06 | 3,195 | 2,797 | 58 | 13,0 |
| 10.11. | 09 00 54 | +08 54 56 | 3,129 | 2,813 | 63 | 13,0 |

| Dátum | RA (h m s) | D (°, ', ") | Δ (CSE) | r (CSE) | E (°) | m_v (m) |
|--------|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------|
| 10.16. | 09 00 17 | +07 24 24 | 3,061 | 2,830 | 67 | 12,9 |
| 10.21. | 08 59 09 | +05 51 22 | 2,991 | 2,847 | 72 | 12,9 |
| 10.26. | 08 57 27 | +04 15 39 | 2,920 | 2,866 | 77 | 12,9 |
| 10.31. | 08 55 08 | +02 37 08 | 2,850 | 2,885 | 82 | 12,9 |
| 11.05. | 08 52 08 | +00 55 49 | 2,780 | 2,905 | 87 | 12,9 |
| 11.10. | 08 48 23 | -00 48 11 | 2,712 | 2,926 | 92 | 12,8 |
| 11.15. | 08 43 51 | -02 34 38 | 2,647 | 2,947 | 98 | 13,8 |
| 11.20. | 08 38 29 | -04 23 03 | 2,587 | 2,969 | 103 | 12,8 |
| 11.25. | 08 32 14 | -06 12 47 | 2,531 | 2,992 | 108 | 12,8 |
| 11.30. | 08 25 05 | -08 02 55 | 2,482 | 3,015 | 114 | 12,8 |
| 12.05. | 08 17 02 | -09 52 15 | 2,440 | 3,039 | 119 | 12,8 |
| 12.10. | 08 08 07 | -11 39 14 | 2,407 | 3,064 | 124 | 12,8 |
| 12.15. | 07 58 22 | -13 22 11 | 2,383 | 3,089 | 128 | 12,8 |
| 12.20. | 07 47 56 | -14 59 18 | 2,369 | 3,115 | 132 | 12,8 |
| 12.25. | 07 36 57 | -16 28 51 | 2,367 | 3,141 | 135 | 12,8 |
| 12.30. | 07 25 34 | -17 49 16 | 2,376 | 3,168 | 137 | 12,9 |

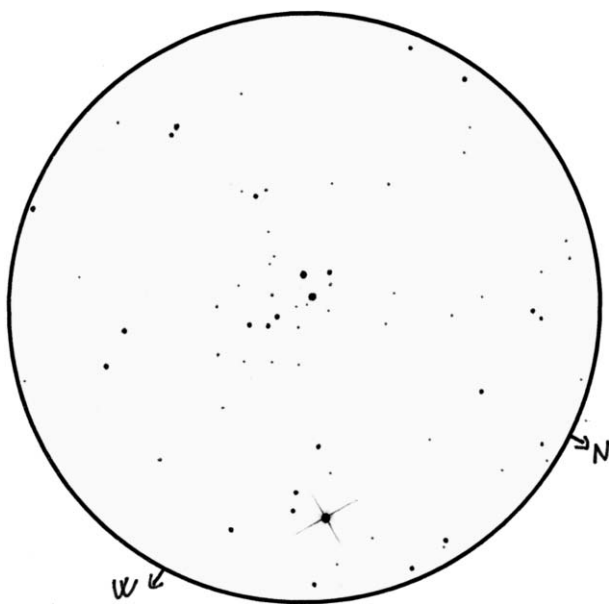
C/2016 N6 (PANSTARRS). A tavaszi hónapokban már észlelhető, a nyári hónapokban viszont a Nap látszó közelsége miatt elérhetetlen üstökös ismét feltűnik a hajnali égen. A Rák, majd a Hydra területén dél felé haladó, a Naptól július óta már távolodó, de bolygónkhoz közeledő égitest egész hónapban 13 magnitúdó körüli fényességgel ragyog, miközben 1-jén hajnalban bő fél fokkal keletre kereshetjük a 4,3 magnitúdós α Cancritól, 19-én és 20-án hajnalban negyed fokon belül láthatjuk a 13 magnitúdós NGC 2718 galaxistól, majd 21-én 1 fokkal keletre halad el a 3,1 magnitúdós ζ Hydraetől.

Őszi mélyég-túra

A nem Messier-objektumok közötti kalandozásunkat folytassuk a Cassiopeia és a Cepheus vidékén! A Cepheus csillagképben, a Hattyú határán találjuk a 9^m-s NGC 6946 galaxist, amelynek fénye 6-7'-es felületen oszlik el, ezért sötét eget igényel észlelése. A lapjáról látszó spirálgalaxis karjait 20 cm-nél nagyobb távcsővel van esély megpillantani, de csak kiváló égen. 35 cm-es távcső elővárosi égbolton is mutatja a karokat. Ebben a galaxisban robbant tavaly az SN 2017eaw jelű szupernóva, amely 12,5 magnitúdóig fényesedett, és hónapokig lehetett észlelni a robbanás lassan halványuló maradványát.

Ha már erre járunk, feltétlenül vegyük szemügyre még a 8'-es, 8 magnitúdós NGC 6939 nyílthalmazt, amelyet sok tucat 11,5–14 magnitúdós csillag alkot. A sűrű csillaghalmaz 20 cm-es távcsővel mutatja meg teljes szépségét.

A Cepheus rendkívül gazdag nyílthalmazokban, közülük a μ Cep melletti IC 1396-ot keressük fel elsőként. A ködbe ágyazott halmaz már 8 cm-es távcsővel, kis nagyítással is maradéktalanul csillagaira bontható: látványos, X alakú csillagláncai 60×40 ívperces területen szóródnak. A kód megpillantásához nagyon sötét ég és 7×50-es vagy 10×50-es binokulár szükséges. Mivel a kód 2 foknál is nagyobb kiterjedésű, távcsővel akkor vehetjük észre, ha legalább 4 fokos látómezőt el tudunk érni. Ekkor UHC- vagy OIII-szűr-



Az NGC 7160 NY Cep Cseh Viktor rajzán (13 cm-es Newton-távcső)

rőt kell használnunk a detektálásához. A ködben sokat fényképezett IC 1396A (Elefánt-ormány-köd) vizuális megpillantására nincs esély.

Az NGC 7160 a 19-20 Cep párosától 1,3 fokkal nyugatra található, 6 magnitúdós, 4'-es kis ékkő, amely jelentős fényességét öt 7–10^m-s csillagnak köszönheti. Kis távcsövekkel is látványos, bátran használhatunk nagyobb nagyításokat is a halvány tagok megpillantásához.

Az NGC 7235 igazán szép kis halmaz, amely az ϵ Cep-től 25'-re északnyugatra található. A 4'-es 7,7^m-s nyílthalmaz legalább két-három tucat komponense izzó kis ékkő benyomását kelti, a látványt két fényesebb csillag uralja. Alakja némiképp emlékeztet a Cassiopeiában található NGC 457-re, a Bagoly-halmazra.

A Cepheus egyik, vizuálisan is látványos köde az Írisz-ködnek is nevezett NGC 7023. Minthogy 7^m az összfényessége, binokulárral és 6-7 cm-es kis refraktorokkal is könnyen megpillantható sötét ég alól. A 7,4 magnitúdós megvilágító csillag körüli 5-8'-es, szabálytalan párasságként érzékelhetjük a ködöt, amely nagyobb távcsövekkel, esetleg CLS típusú szűrőkkel akár részleteket is mutathat.

Planetáris ködök terén a Cepheus meglehetősen gazdag, itt azonban csak a két legfényesebb képviselőjük rövid bemutatására van lehetőség. Az NGC 40 egy 10 magnitúdó körüli, 1'-es ovális foltocská, közepén a feltűnő, 11,5 magnitúdós központi csillaggal. A ködben akár 15-20 cm-es műszerekkel is felismerhető némi szerkezet, különösen OIII-szűrővel.



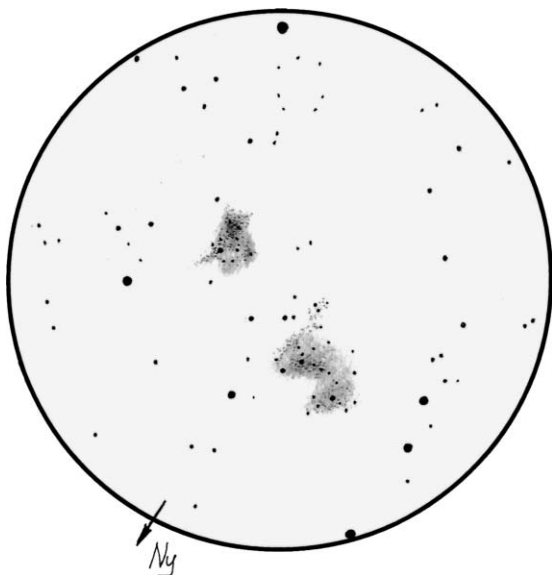
Az NGC 7235 NY Cep Hadházi Csaba fotóján

Az NGC 7354 egy fél ívperces, 11-12 magnitúdós köd, amelynek bipoláris-gyűrűs szerkezete 25-30 cm-es átmérővel és OIII-szűrővel már felismerhető akár budapesti égen is.

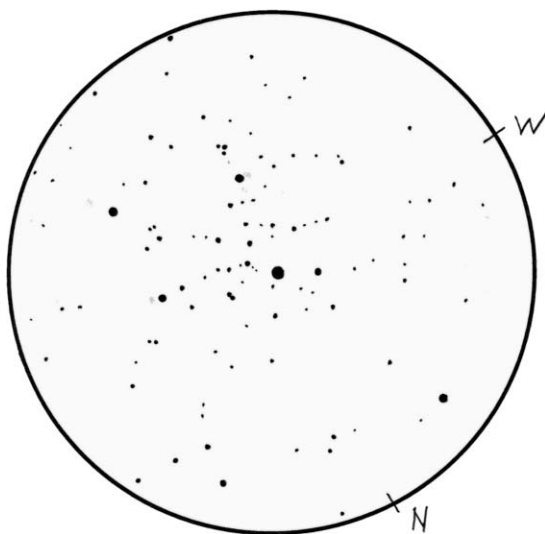
A Cassiopeiában hosszú éjszakákat tölthetünk a csillaghalmazok között barangolva, most csupán néhány kevésbé ismert képviselőjüket mutatjuk be. Nem ejtünk szót a jól ismert NGC 457, 663, 225, 129, 654 és 7789 halmazokról, de feltétlenül keressük meg ezeket is egy őszi estén. Az NGC 7788–7790 párosa azonban sokszor elkerüli figyelmünket, pedig a 8,5 és 9,5 magnitúdós, 4'-es halmazok közepes vagy nagyobb távcsővel látványosak. Felbontásukhoz 25 cm-es műszert ajánlunk.

Az Alessi 1 nyílthalmaz ($00^{\text{h}} 53^{\text{m}} 20^{\text{s}}$, $+49^{\circ}36'$) a μ Cas-tól 1,5 fokkal délkeletre kereshető, a megadott helyre érkezve egy 20 ívperc oldalhosszúságú háromszög alakú csillaghalmazt fogunk látni, amelyet 8,5–10 magnitúdós komponensek alkotnak. Bár ezt a csoportot csak a 20. század végén fedezte fel Bruno Alessi, ne legyenek kétségeink afelől, hogy ez a Cassiopeia egyik leglátványosabb nyílthalmaza!

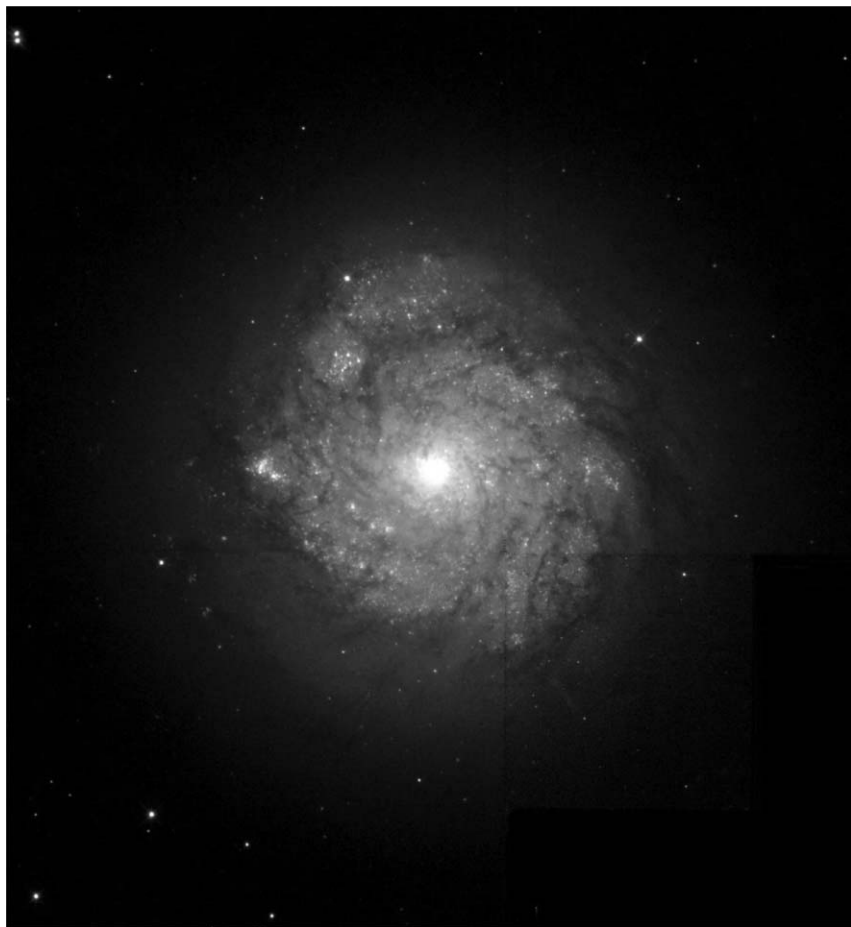
Az NGC 1027 is kevesebb figyelmet kap a kelleténél, holott a Szív- és a Lélek-köd között található csillaghalmaz kifejezetten fényes, 6,7 magnitúdós, csillagai pedig 12'-es teret töltenek ki. A halmaz látványát egy 7 magnitúdós (előtér?)csillag határozza meg, amely a laza csoport kellős közepén ül.



Az NGC 7788 (alul) és 7790 NY Cas párosa Sánta Gábor rajzán (11,4 cm-es Newton-távcső)



Az Alessi 1 nyílthalmaz a Cassiopeiában (Sánta Gábor rajza 7 cm-es lencsés távcsővel készült)



Az NGC 278 a HST fotóján

A Cassiopeiában galaxisokat is találhatunk, még hozzá nemcsak az NGC 147-et és 185-öt, amelyek az M31 kísérői, hanem az NGC 278-ra is rábukkanhatunk, amely sokkal távolabb, 38 millió fényévre található. Ez a tömör kis spirálgalaxis alig 1,5'-es, és 11 magnitúdós, ezért 10 cm körüli műszerekkel is látható. Fényes magja körül kerek, egyenletesen magas felületi fényességű régió található, a galaxis hasonlít egy tükörtojáshoz. A galaxisról nagy műszerrel még nem készült hazai észlelés, a spirálkarok láthatóságáról nincsenek információink. A fotók alapján a szorosan felcsavarodott karok csak 35-40 cm feletti műszerekben láthatók.

A Hold csillagfedései
Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekcio | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 10 1 | 3 | 9 | 7 | ki | 94501 7,6 | 64 – | 61 | 5 D | 183 | +0,1 | +9,4 |
| 10 2 | 23 | 19 | 9 | ki | 1098 7,2 | 43 – | 16 | 33 É | 334 | +1,0 | -1,1 |
| 10 3 | 1 | 50 | 59 | ki | 79288 7,8 | 42 – | 40 | 72 É | 296 | +1,1 | +0,4 |
| 10 3 | 1 | 51 | 20 | be | 1113 5,1 | 42 – | 40 | -61 É | 69 | +0,7 | +1,9 |
| 10 3 | 1 | 58 | 33 | ki | 79298 8,2 | 42 – | 41 | 24 D | 211 | +0,3 | +3,9 |
| 10 3 | 2 | 56 | 57 | ki | 1113 5,1 | 41 – | 51 | 79 É | 289 | +1,4 | +0,3 |
| 10 3 | 3 | 22 | 25 | ki | 79343 7,7 | 41 – | 54 | 51 É | 317 | +1,7 | -1,3 |
| 10 6 | 1 | 49 | 31 | ki | 1506 7,0 | 12 – | 7 | 86 D | 290 | +0,0 | +0,8 |
| 10 18 | 17 | 1 | 46 | be | 3113 5,4 | 68 + | 23 | 72 D | 90 | +1,8 | +0,7 |
| 10 19 | 16 | 57 | 33 | be | 3236 7,1 | 77 + | 22 | 82 É | 60 | +1,5 | +1,5 |
| 10 19 | 21 | 35 | 7 | be | 3256 6,1 | 78 + | 20 | 70 É | 47 | +0,8 | +0,1 |
| 10 20 | 16 | 45 | 12 | be | 3356 5,8 | 84 + | 19 | 20 D | 134 | +1,6 | -0,1 |
| 10 21 | 22 | 10 | 30 | be | 3506 6,1 | 92 + | 32 | 58 D | 91 | +1,8 | -0,9 |
| 10 22 | 17 | 34 | 40 | be | 60 6,9 | 96 + | 21 | 24 D | 120 | +1,3 | +0,7 |
| 10 24 | 0 | 15 | 53 | be | 210 6,6 | 99 + | 38 | 55 É | 2 | +0,2 | +3,4 |
| 10 26 | 22 | 18 | 52 | ki | 592 7,7 | 94 – | 49 | 53 D | 231 | +0,9 | +2,0 |
| 10 28 | 20 | 4 | 51 | ki | 888 6,0 | 80 – | 14 | 54 D | 236 | -0,3 | +1,8 |
| 10 28 | 20 | 52 | 44 | ki | 894 4,4 | 80 – | 22 | 53 É | 309 | +0,7 | +0,4 |
| 10 29 | 1 | 15 | 57 | ki | 77889 6,9 | 78 – | 60 | 72 É | 291 | +1,8 | -0,3 |
| 10 29 | 3 | 16 | 4 | ki | 77983 7,1 | 78 – | 61 | 27 É | 336 | +1,5 | -6,0 |
| 10 29 | 4 | 52 | 10 | ki | 78049 7,6 | 77 – | 50 | 65 D | 248 | +1,4 | -0,2 |
| 10 30 | 0 | 18 | 21 | be | 1077 4,0 | 68 – | 45 | -49 D | 138 | +1,6 | -1,0 |
| 10 30 | 0 | 19 | 8 | ki | 78993 7,8 | 68 – | 46 | 85 É | 282 | +1,2 | +0,8 |
| 10 30 | 1 | 2 | 54 | ki | 1077 4,0 | 68 – | 52 | 29 D | 216 | +0,9 | +3,5 |
| 10 30 | 1 | 6 | 19 | ki | 79030 7,6 | 68 – | 53 | 37 D | 224 | +1,0 | +2,8 |
| 10 30 | 1 | 57 | 57 | ki | 79047 7,8 | 68 – | 59 | 52 É | 316 | +1,8 | -1,6 |
| 10 30 | 3 | 35 | 28 | ki | 79096 8,0 | 67 – | 63 | 80 É | 287 | +1,6 | -0,8 |
| 10 30 | 21 | 13 | 45 | ki | 1193 5,4 | 59 – | 6 | 80 É | 292 | -0,1 | +0,8 |
| 10 30 | 23 | 20 | 16 | ki | 1205 6,3 | 58 – | 26 | 88 D | 280 | +0,5 | +1,1 |
| 10 30 | 23 | 55 | 6 | ki | 97491 7,7 | 57 – | 32 | 73 D | 265 | +0,6 | +1,5 |
| 10 31 | 2 | 32 | 3 | ki | 1223 7,7 | 56 – | 55 | 72 É | 300 | +1,5 | -0,4 |

Évforduló

50 éve indult az Apollo-7

Az Apollo-programot kezdettől az emberes Holdra szállásra tervezték, azonban az Apollo-1 tragédiája után három, ember nélküli repülés következett a technika biztonságosságának igazolására. Az Apollo-7 küldetésének téje ezért a parancsnoki kabinban végrehajtott első emberes űrrepülés, az Apollo-1 eredeti programjának sikeres teljesítése volt.



Az űrhajót 1968. október 11-én indították Saturn-IB hordozórakétával, a visszatérő kapszula 11 nappal később, október 22-én szállt le az Atlanti-óceánra. Walter Schirra kapitány és Don Eisele mellett Walter Cunningham volt a holdkomppilóta (ő volt az egyetlen űrhajós, aki mindhárom korai amerikai űrhajótípust repülte). A küldetés érdekessége, hogy a holdkomp még nem készült el, így Cunningham „holdkomp nélküli pilótaként” repült.

Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 11 | 17:28,8 | Io | mk |
| 12 | 16:51,3 | Io | ev |
| 18 | 16:39,7 | Ganymedes | ák |
| 19 | 16:40,9 | Io | ek |
| 20 | 16:48,7 | Io | fv |
| 21 | 16:36,4 | Europa | mk |

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

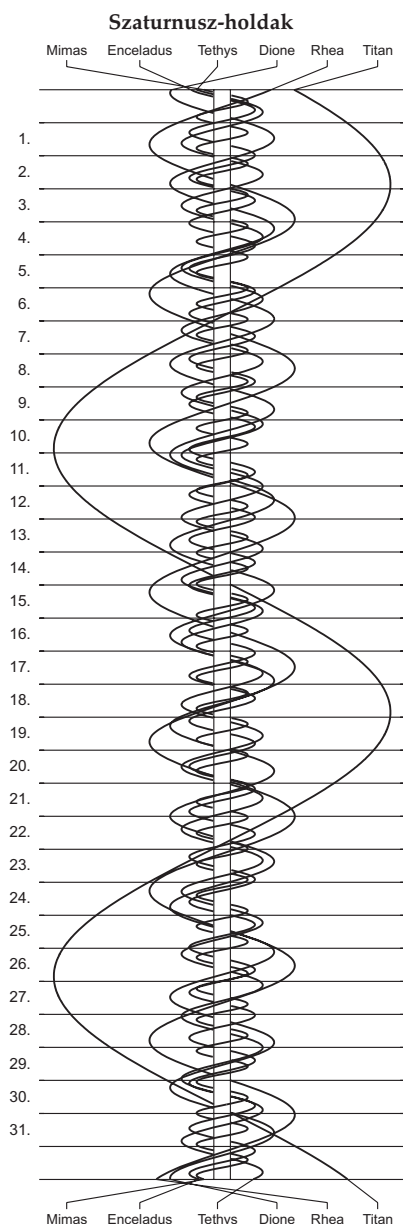
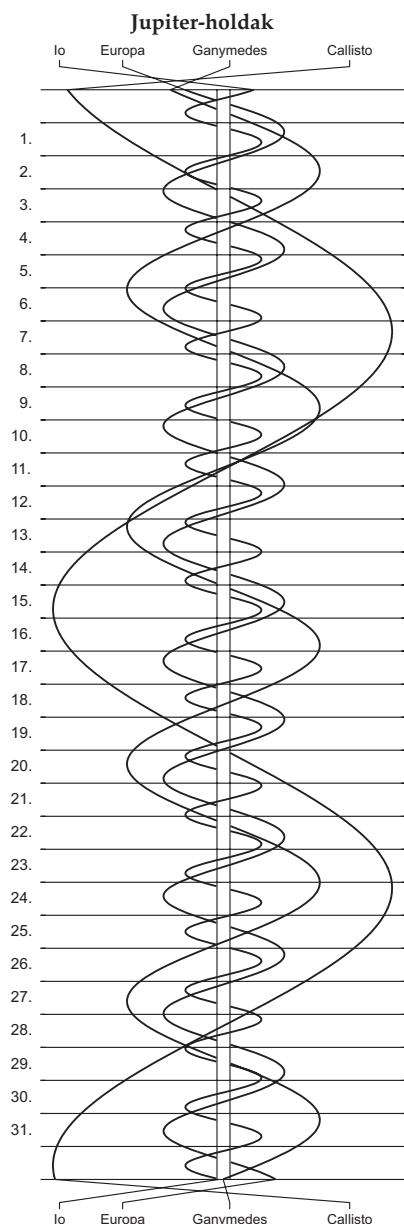
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



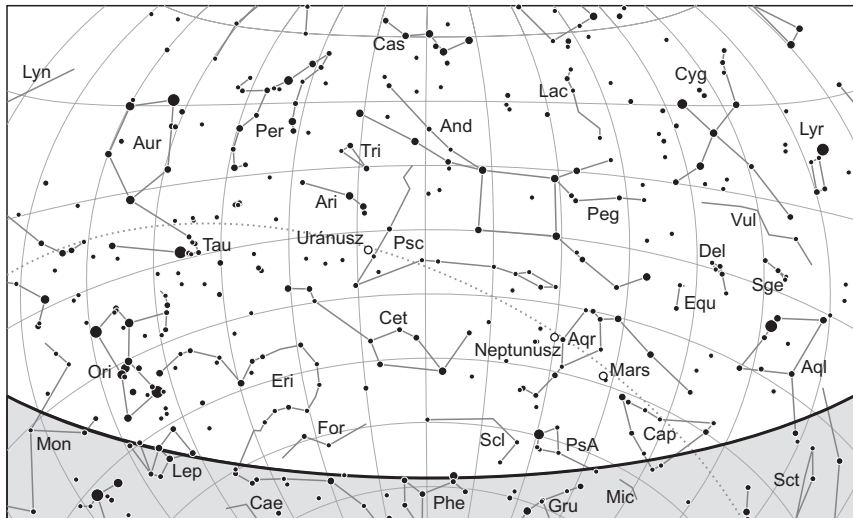
$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – november**

KÖZEI

| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis h m |
|-------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 1. cs 305. | 6 27 | 11 27 | 16 27 | 28,1 | +16,4 | 23 48 | 6 16 | 13 47 | |
| 2. p 306. | 6 28 | 11 27 | 16 26 | 27,7 | +16,5 | – | 7 11 | 14 21 | |
| 3. sz 307. | 6 30 | 11 27 | 16 24 | 27,4 | +16,5 | 1 02 | 8 03 | 14 52 | |
| 4. v 308. | 6 31 | 11 27 | 16 23 | 27,1 | +16,5 | 2 17 | 8 54 | 15 19 | |
| 45. hét | | | | | | | | | |
| 5. h 309. | 6 33 | 11 27 | 16 21 | 26,8 | +16,5 | 3 31 | 9 44 | 15 45 | |
| 6. k 310. | 6 34 | 11 27 | 16 20 | 26,5 | +16,4 | 4 43 | 10 33 | 16 12 | |
| 7. sz 311. | 6 36 | 11 27 | 16 18 | 26,2 | +16,4 | 5 55 | 11 22 | 16 40 | ● 17 02 |
| 8. cs 312. | 6 37 | 11 27 | 16 17 | 25,9 | +16,3 | 7 05 | 12 11 | 17 10 | |
| 9. p 313. | 6 39 | 11 27 | 16 16 | 25,6 | +16,3 | 8 12 | 13 01 | 17 45 | |
| 10. sz 314. | 6 40 | 11 27 | 16 14 | 25,4 | +16,2 | 9 16 | 13 52 | 18 25 | |
| 11. v 315. | 6 42 | 11 28 | 16 13 | 25,1 | +16,1 | 10 14 | 14 42 | 19 10 | |
| 46. hét | | | | | | | | | |
| 12. h 316. | 6 43 | 11 28 | 16 12 | 24,8 | +16,0 | 11 05 | 15 32 | 20 01 | |
| 13. k 317. | 6 45 | 11 28 | 16 10 | 24,5 | +15,8 | 11 49 | 16 21 | 20 56 | |
| 14. sz 318. | 6 46 | 11 28 | 16 09 | 24,3 | +15,7 | 12 26 | 17 08 | 21 54 | |
| 15. cs 319. | 6 48 | 11 28 | 16 08 | 24,0 | +15,5 | 12 58 | 17 54 | 22 55 | ● 15 54 |
| 16. p 320. | 6 49 | 11 28 | 16 07 | 23,8 | +15,4 | 13 27 | 18 38 | 23 57 | |
| 17. sz 321. | 6 51 | 11 29 | 16 06 | 23,5 | +15,2 | 13 52 | 19 22 | – | |
| 18. v 322. | 6 52 | 11 29 | 16 05 | 23,3 | +15,0 | 14 16 | 20 06 | 1 01 | |
| 47. hét | | | | | | | | | |
| 19. h 323. | 6 54 | 11 29 | 16 04 | 23,0 | +14,8 | 14 39 | 20 50 | 2 06 | |
| 20. k 324. | 6 55 | 11 29 | 16 03 | 22,8 | +14,5 | 15 04 | 21 37 | 3 13 | |
| 21. sz 325. | 6 57 | 11 29 | 16 02 | 22,6 | +14,3 | 15 30 | 22 26 | 4 22 | |
| 22. cs 326. | 6 58 | 11 30 | 16 01 | 22,4 | +14,0 | 16 00 | 23 18 | 5 34 | |
| 23. p 327. | 6 59 | 11 30 | 16 00 | 22,2 | +13,8 | 16 36 | – | 6 47 | ○ 6 39 |
| 24. sz 328. | 7 01 | 11 30 | 16 00 | 22,0 | +13,5 | 17 19 | 0 13 | 8 00 | |
| 25. v 329. | 7 02 | 11 31 | 15 59 | 21,8 | +13,2 | 18 12 | 1 12 | 9 10 | |
| 48. hét | | | | | | | | | |
| 26. h 330. | 7 03 | 11 31 | 15 58 | 21,6 | +12,9 | 19 14 | 2 12 | 10 12 | |
| 27. k 331. | 7 05 | 11 31 | 15 57 | 21,4 | +12,6 | 20 23 | 3 12 | 11 05 | |
| 28. sz 332. | 7 06 | 11 31 | 15 57 | 21,2 | +12,2 | 21 37 | 4 11 | 11 49 | |
| 29. cs 333. | 7 07 | 11 32 | 15 56 | 21,0 | +11,9 | 22 52 | 5 08 | 12 26 | |
| 30. p 334. | 7 09 | 11 32 | 15 56 | 20,9 | +11,5 | – | 6 01 | 12 57 | ● 1 19 |

november

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|---------------------------------------|---|---|
| 1. | 2 458 424 | 2 40 57 | <i>Mindenszentek</i> ; Marianna, Benigna |
| 2. | 2 458 425 | 2 44 53 | Achilles, Viktor |
| 3. | 2 458 426 | 2 48 50 | Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin |
| 4. | 2 458 427 | 2 52 46 | Károly, Karola, Karolina, Sarolta |
| 5. | 2 458 428 | 2 56 43 | Imre |
| 6. | 2 458 429 | 3 00 39 | Lénárd |
| 7. | 2 458 430 | 3 04 36 | Rezső, Ernő, Karina, Rudolf |
| 8. | 2 458 431 | 3 08 32 | Zsombor, Kolos |
| 9. | 2 458 432 | 3 12 29 | Tivadar, Tihamér |
| 10. | 2 458 433 | 3 16 26 | Réka, András, Ariel, Tünde |
| 11. | 2 458 434 | 3 20 22 | Márton, Martin |
| 12. | 2 458 435 | 3 24 19 | Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér |
| 13. | 2 458 436 | 3 28 15 | Szilvia, Jenő, Miklós |
| 14. | 2 458 437 | 3 32 12 | Aliz, Klementina, Vanda |
| 15. | 2 458 438 | 3 36 08 | Albert, Lipót, Dezső, Richárd |
| 16. | 2 458 439 | 3 40 05 | Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter |
| 17. | 2 458 440 | 3 44 01 | Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó |
| 18. | 2 458 441 | 3 47 58 | Jenő, Jolán, Ottó, Péter |
| 19. | 2 458 442 | 3 51 55 | Erzsébet |
| 20. | 2 458 443 | 3 55 51 | Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt |
| 21. | 2 458 444 | 3 59 48 | Olivér, Amália, Mária |
| 22. | 2 458 445 | 4 03 44 | Cecília, Csilla, Mária |
| 23. | 2 458 446 | 4 07 41 | Kelemen, Klementina, Dániel |
| 24. | 2 458 447 | 4 11 37 | Emma, Flóra, János, Virág |
| 25. | 2 458 448 | 4 15 34 | Katalin, Karina, Katarina, Katica, Katinka, Kitty, Liza |
| 26. | 2 458 449 | 4 19 30 | Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter |
| 27. | 2 458 450 | 4 23 27 | Virgil, Jakab |
| 28. | 2 458 451 | 4 27 24 | Stefánia, Jakab |
| 29. | 2 458 452 | 4 31 20 | Taksony |
| 30. | 2 458 453 | 4 35 17 | András, Andor, Amália, Endre |



A déli égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: 6-án van legnagyobb keleti kitérésben, $23,3^\circ$ -ra a Naptól. Láthatósága azonban nagyon kedvezőtlen, ekkor is csak háromnegyed órával nyugszik a Nap után. 20-a után végleg elvész az alkonyati fényben. 27-én már alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Újra látható napkelte előtt a délkeleti ég alján mint ragyogó fehér fényű égitest. Láthatósága villámgyorsan javul, a hónap elején még fél, a végén már három és fél órával kel a Nap előtt, kiváló megfigyelhetőséget biztosítva. 14-én hátráló mozgása újra előretartóvá válik. Fényessége $-4,3^m$ -ról $-4,9^m$ -ra nő, átmérője $60,7''$ -ről $41,4''$ -re csökken, fázisa $0,01$ -ről $0,25$ -ra nő.

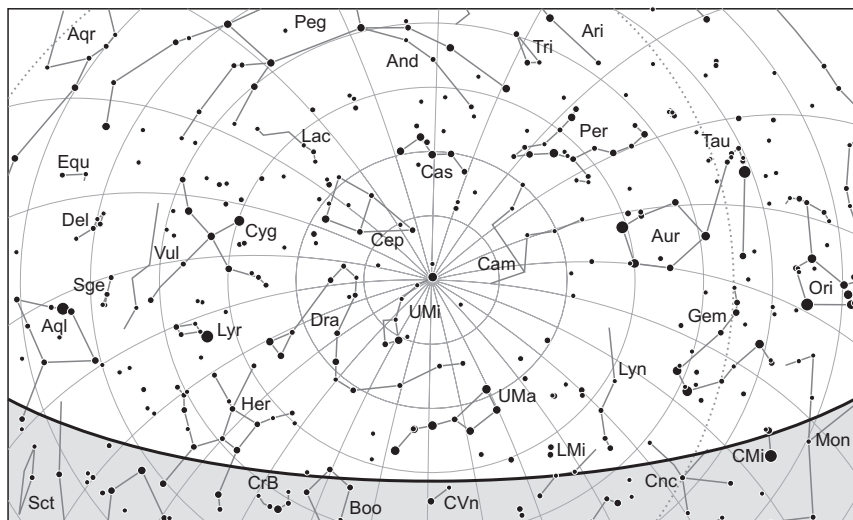
Mars: Előretartó mozgást végez a Bak, majd 11-étől a Vízöntő csillagképben. Az éjszaka első felében látható a délnyugati ég alján, éjfél körül nyugszik. Fényessége $-0,8^m$ -ról 0^m -ra, látszó átmérője $11,9''$ -ről $9,4''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Mérleg, majd 21-től a Skorpió csillagképben. A hónap első napjaiban még megkísérelhető a felkeresése rögtön napnyugta után, ezután a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $31''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hónap nagyobb részében még kereshető napnyugta után a délkeleti ég alján, 20-a után a bolygó lassan belevész az alkonyati fénybe. Fényessége $0,6^m$, átmérője $16''$ -ről $15''$ -re csökken.

Úránusz: Az éjszaka nagy részében kereshető a Kos csillagképben. Hajnalban nyugszik. Hátráló mozgása a hónap végén lassulni kezd.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Mozdása 25-én vált hátrálóból előretartórá.



Az északi égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|---|
| 11.01. | 1:56 | a Hold mögül kilép a 71 Cancri (8,1 magnitúdós, 45%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.01. | 3:17 | a Hold mögül kilép a 78 Cancri (7,2 magnitúdós, 45%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.02. | 17:10 | a Marstól 20,6'-cel délre látható a γ Cap (3,7 magnitúdós) |
| 11.03. | 17:08 | a (4) Vesta kisbolygó (7,8 magnitúdós) 5'-cel délre látható a ψ Sgr-től (4,9 magnitúdós) |
| 11.04. | 18:00 | a (694) Ekard kisbolygó (11,3 magnitúdós) 7'-cel nyugatra látható a 97 Psc-től (6,0 magnitúdós) |
| 11.06. | 15:32 | a Merkúr legnagyobb keleti elongációja (23,3°, -0,3 magnitúdós, 6,6" átmérő, 63% fázis, Skorpió csillagkép) |
| 11.07. | 6:08 | a Hold maximális librációja ($l = +5,11^\circ$, $b = -6,44^\circ$, 0,4%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.07. | 16:02 | újhold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 31' 11") |
| 11.08. | 3:52 | az (532) Herculina kisbolygó (10,6 magnitúdós) 8'-cel nyugatra látható a 83 Cnc-től (6,6 magnitúdós) |
| 11.08. | 15:37 | 23 óra 35 perces holdsarló 4,3° magasan az esti égen (a Merkúrtól 13°-kal, a Jupitertől 3,7°-kal északnyugatra) |
| 11.08. | 15:50 | a Jupiter 3,6°-kal délkeletre látható a 1,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|---|
| 11.08. | 17:02 | az Uránusztól 13' 27"-cel északra látható az 54 Cet (5,9 magnitúdós) |
| 11.11. | 15:46 | a Merkúr esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 1,9°, -0,1 magnitúdós, fázisa 50% |
| 11.11. | 16:15 | a Szaturnusz 37'-cel délre látható a 16,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Nyilas csillagképben |
| 11.11. | 16:35 | a Merkúr dichotómiája (22,5°-os keleti elongáció, 7,3" látszó átmérő) |
| 11.11. | 16:49 | a 16,2%-os, növekvő fázisú Holdtól 3,3° távolságra északra látható az M25 nyílthalmaz (4,6 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 11.14. | 0:28 | a Hold minimális librációja ($l = +0,58^\circ$, $b = +0,60^\circ$, 35,3%-os, növekvő holdfázis) |
| 11.14. | 15:58 | a Hold földtávolban (404 379 km, látszó átmérő: 29' 33", 41,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 11.14. | 16:33 | a Hold mögé belép a 20 Capricorni (6,3 magnitúdós, 41%-os, növekvő holdfázis) |
| 11.14. | 16:56 | a Marstól 26,5'-cel délre látható az ι Aqr (4,3 magnitúdós) |
| 11.14. | 16:56 | a (4) Vesta kisbolygó (7,9 magnitúdós) 5'-cel északra látható az 52 Sgr-től (4,6 magnitúdós) |
| 11.15. | 4:38 | a Vénusztól 1,2°-kal nyugatra látható a Spica, az α Vir (1,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 11.15. | 4:38 | a (2) Pallas (9,1 magnitúdós) és a (7) Iris (10,9 magnitúdós) kisbolygók 48'-es közelsége a Szűz csillagképben |
| 11.15. | 14:54 | első negyed (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 29' 36") |
| 11.15. | 15:33 | a Mars bolygó eléri a legkisebb fázisát 85,8%-nál a Vízöntő csillagképben |
| 11.15. | 16:39 | az 50,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 4' 5"-cel északra látható a δ Cap (2,9 magnitúdós) |
| 11.16. | 17:33 | a (3) Juno kisbolygó oppozícióban (7,5 magnitúdós, Eridánusz csillagkép) |
| 11.18. | 16:53 | a Marstól 25,3'-cel délre látható a 42 Aqr (5,3 magnitúdós) |
| 11.19. | 22:26 | a 87,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 9' 29"-cel északnyugatra látható a 26 Cet (6,1 magnitúdós) |
| 11.20. | 4:44 | a Vénusztól 6' 25"-cel északra látható a 76 Vir (5,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 11.20. | 16:42 | a Hold maximális librációja ($l = -5,57^\circ$, $b = +6,64^\circ$, 92,2%-os, növekvő holdfázis) |
| 11.21. | 21:11 | a Hold mögé belép a μ Ceti (4,3 magnitúdós, 97%-os, növekvő holdfázis), kilépés 22:23 UT-kor |
| 11.22. | 8:48 | a (12) Victoria kisbolygó oppozícióban (10,1 magnitúdós, Bika csillagkép) |
| 11.22. | 16:44 | a 99,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13' 47"-cel délre látható az 5 Tau (4,1 magnitúdós) |
| 11.23. | 5:39 | telehold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32' 04") |
| 11.23. | 16:49 | a Marstól 17,2'-cel nyugatra látható az 54 Aqr (7,0 magnitúdós) |
| 11.23. | 20:16 | a 99,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 46'-cel délre látható az Aldebaran, az α Tau (0,9 magnitúdós) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 11.24. | 16:49 | a Marstól 13' 53"-cel északkeletre látható a σ Aqr (4,8 magnitúdós) |
| 11.25. | 16:48 | a Marstól 21,3'-cel délnyugatra látható az 58 Aqr (6,4 magnitúdós) |
| 11.25. | 16:48 | a (63) Ausonia kisbolygó (11,6 magnitúdós) 8'-cel északra látható a 36 Psc-tól (6,1 magnitúdós) |
| 11.26. | 6:35 | a Jupiter együttállásban a Nappal |
| 11.26. | 12:22 | a Hold földközelen (366 591 km, látszó átmérő: 32' 36", 86,2%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.26. | 23:24 | a Hold mögül kilép a 79 Geminorum (6,5 magnitúdós, 82%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.27. | 3:22 | a Hold minimális librációja ($l = +0,29^\circ$, $b = +0,20^\circ$, 80,8%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.27. | 4:33 | a Hold súrolva fedi a 85 Geminorumot a déli pereme mentén (5,4 magnitúdós, 80%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.27. | 4:34 | a 80,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 15,3"-cel délre látható a 85 Gem (5,4 magnitúdós) |
| 11.27. | 8:00 | a Merkúr alsó együttállásban a Nappal |
| 11.27. | 22:12 | a 73,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7' 11"-cel délre látható a δ Cnc (3,9 magnitúdós) |
| 11.27. | 22:25 | a Hold súrolva fedi a ZC 1312-t az északi pereme mentén (6,8 magnitúdós, 72%-os, csökkenő holdfázis) a Rák csillagképben |
| 11.28. | 16:47 | a Marstól 13' 51"-cel délre látható a 64 Aqr (6,9 magnitúdós) |
| 11.29. | 10:25 | A Vénusz eléri legnagyobb fényességét, -4,9 magnitúdót a Szűz csillagképben |
| 11.30. | 0:19 | utolsó negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 32' 09") |
| 11.30. | 3:48 | a Hold mögül kilép az 53 Leonis (5,3 magnitúdós, 48%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.30. | 4:19 | a (44) Nysa kisbolygó (11,5 magnitúdós) 5'-cel keletre látható a 38 Vir-tól (6,1 magnitúdós) |
| 11.30. | 4:56 | a (704) Interamnia kisbolygó (11,2 magnitúdós) 8'-cel délkeletre látható a ζ^1 Cnc-tól (4,7 magnitúdós) |

Együttállások

November 2-án hajnalban (05:00 UT) kerül sor a Hold és a Regulus találkozására a hajnali, keleti égbolton, 45°-os magasságban. A fényes csillag 1,3-1,4°-ra lesz égi kísérőnk peremétől.

November 11-én kora este (16:15 UT) a szürkület végén megfigyelhetjük a Hold 16%-ban megvilágított sarlójának és a Szaturnusznak az együttállását. A bolygó csupán 28'-re lesz a holdperemtől, miközben a duó 12° magasan tartózkodik a délnyugati égen. A közelben lesz alig 3°-ra az M22 gömbhalmaz is, amelyet kiváló átlátszóság, sötét égbolt és jó horizont esetén akár binokulárral is azonosíthatunk, de egy 10 cm-es távcsővel nem jelent gondot a megpillantása.

November 23-án a telihold (99,5%) a Hyadok csillaghalmaz területén észlelhető. 21:00 UT-kor az Aldebaran (α Tau, nem tagja a halmaznak) égi kísérőnk peremétől 45'-re lesz látható.



A Hold, a Szaturnusz és az M22 gömbhalmaz találkozója november 11-én este

Üstökösök

38P/Stephan–Oterma. A közel négy évtized után visszatérő üstökös 10-én eléri 1,588 CSE-s napközelpontját, egyben 9 magnitúdó körüli maximális fényességét is. A Gemini-ben, majd a Cancerban északkelet felé haladó üstökös 1-jén hajnalban 35 ívperccel északra lesz a 12,5 magnitúdós NGC 2339 galaxistól, 9-én remek fotótémát adva 9 ívpercre megközelíti az Eszkimó-ködöt (NGC 2392), 12-én és 13-án egy foknál közelebb kerül a 8,5 magnitúdós NGC 2420 nyílthalmazhoz, 18-án hajnalban háromnegyed fokra délkeletre láthatjuk a 3,6 magnitúdós κ Geminorumtól, 28-án pedig 26 ívpercre délkeletre kell keresni a 4,9 magnitúdós χ Geminorumtól.

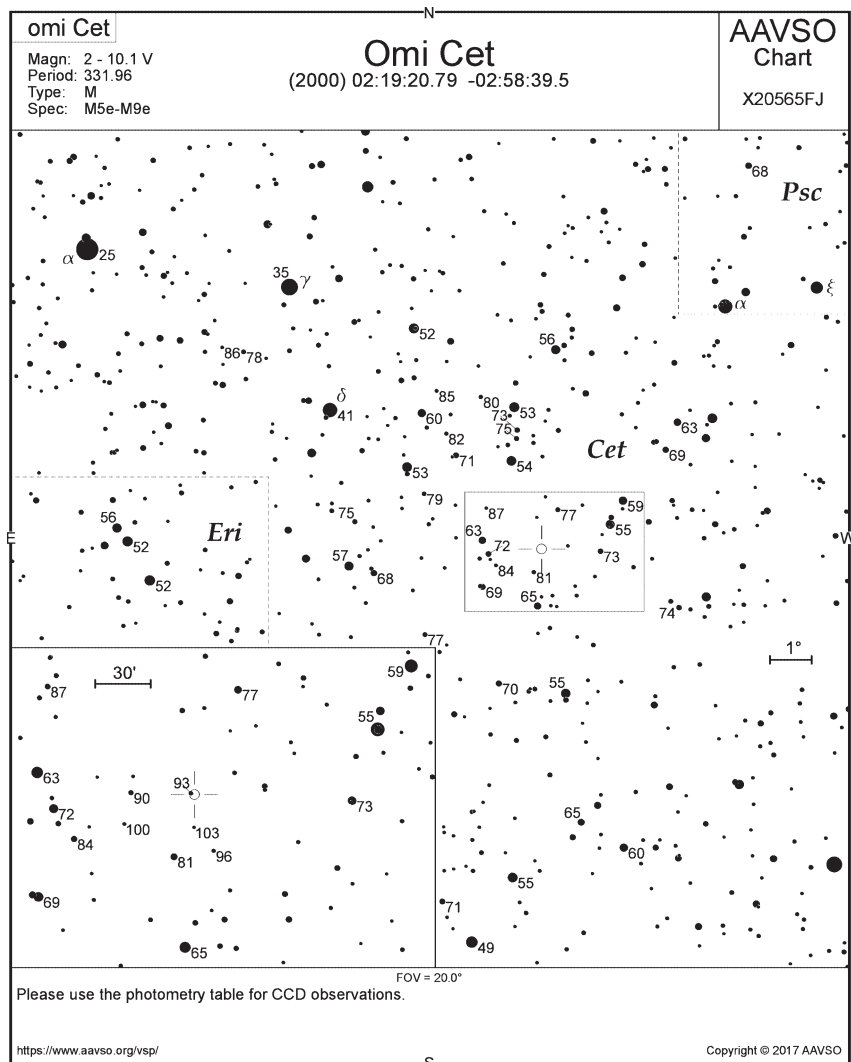
46P/Wirtanen. Miután a hónap első napjaiban -33° -nál eléri legkisebb deklinációját, elkezdődik láthatóságának legérdekesebb szakasza. A hónap végén már csak 18 millió km-re járó égitest 7,5 és 5 magnitúdó között fényesedik, miközben egyre gyorsabban mozog észak felé a Fornax, majd a Cet csillagképben. Eleinte azonban még rendkívül lassan fog haladni az égen, 3-án mindössze 2 ívmásodpercet tesz meg óránként, azaz egy nap alatt 1 ívpercnél is kevesebbet mozdul el a csillagok között. Később látszó sebessége gyorsan nő, a hónap végén már $1,4^\circ$ -ot tesz meg naponta, miközben 26-án este fél fokkal nyugatra halad el a 12,5 magnitúdós NGC 922 galaxistól, másnap pedig 35 ívperccel északkeletre látható az 5,2 magnitúdós κ Fornacistól.

64P/Swift–Gehrels. Október végi földközelsége után november 3-án eléri 1,394 CSE-s napközelpontját, így a hónap első felében tartani fogja 10 magnitúdó körüli fényességét, ami később is csak lassan kezd csökkenni. Az Andromeda, majd a Triangulum csillagképben kelet felé haladó égitest egész éjszaka megfigyelhető lesz, 13-án este szűk 1 fokkal északra láthatjuk a 2,1 magnitúdós β Andromedaetől és a mellette fénylő NGC 404 galaxistól, 25-én este két 13,5–14 magnitúdós, egymástól 22 ívpercre látszó galaxis, az NGC 587 és 591 között halad el, két nappal később pedig a 14 magnitúdós NGC 621 és 634 közelében fotózhatjuk.

C/2016 N6 (PANSTARRS). A Hydra csillagképben halad dél, majd délnyugat felé ez a 13 magnitúdós, távoli üstökös, amelynek régen tartó aktivitása miatt várhatóan szép porcsóvája lesz. Ezt inkább csak fotókon lesz megörökíthető, ahogy 19-én hajnali együttállása is, amikor 19 ívperccel keletre halad el a 13,5 magnitúdós NGC 2642 galaxistól.

Egy „csodálatos” csillag: a Mira Ceti

A hosszú periódusú változócsillagok (mirák és félszabályos változók az SRa és SRb altípusban) olyan kis és közepes tömegű vörös óriáscsillagok, amelyek a Hertzsprung–Russell-diagram aszimptotikus óriáságán (AGB) találhatók. Mivel tömegük a fél és öt



naptömeg közé esik, adódik a következtetés, miszerint Tejútrendszerünk csillagainak 80-90 százaléka előbb-utóbb átesik ezen a csillagfejlődési állapotban. Ennek megfelelően, az AGB csillagok tanulmányozása az asztrofizika sok területével kapcsolatos. Emellett az AGB csillagok az egyik legcsodálatosabb égi objektumoknak, a planetáris ködöknek a szülőobjektumai. Így aztán nem meglepő, hogy a vörös óriások kutatása az utóbbi években a csillagászat egyik legdinamikusabban fejlődő területévé vált, akár az elméleti, akár a megfigyelési vonatkozásokra gondolunk.

A Mira Ceti 420 fényévnnyire található, a hosszú periódusú pulzáló vörös óriások legmarkánsabb fényváltozású típusának névadója. Fényessége jellemzően 3 és 9 magnitúdó között ingadozik (időnként azonban akár 2 magnitúdóig is felfényesedhet), átlagos periódusa 332 nap, vagyis körülbelül 11 hónap. Pulzációja során a csillag periodikusan kitágul és összehúzódik 400 és 500 napátmérő (560 és 700 millió km) között. Idén két szabad szemes maximumában is gyönyörködhetünk, január és december folyamán, így még távcsőre sem lesz szükség fényességének heti rendszerességgű feljegyzéséhez.

A csillag fényváltozását elsőként David Fabricius észlelte 1596-ban. (Elsőször nővának hitte, de 1609 februárjában újból megpillantotta.) Különös fényváltozását azonban jóval később, csak a 17. század közepén ismerték fel teljes egészében. 1638-ban Johannes Holwarda meghatározta a csillag periódusát, ami tizenegy hónapnak adódott. Gyakran őt tekintik az o Ceti mint változócsillag igazi felfedezőjének. Johannes Hevelius is megfigyelte nagyjából ebben az időszakban, ő adta neki a Mira nevet (a latin „csodálatos”, „meglepő” szóból) a Historiola Mirae Stellae (1662) című művében, mivel nem úgy viselkedett, ahogyan a többi ismert csillag.

A Mira Ceti egy vörös óriásból és egy magas hőmérsékletű fehér törpéből áll. A kísérőcsillag VZ Ceti néven katalogizált változócsillag. A HST ultraibolya és a Chandrar-űrtávcső röntgentartományban készült felvételei spirális gázáramlást mutatnak a Mira Ceti B irányába. A kettős rendszer keringési periódusa nagyjából 400 év. A két csillag nagyjából 70 CSE távolságra van egymástól.

A Hold csillagfedései Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrektció | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|------------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 11 1 | 1 | 56 | 21 | ki | 1353 8,1 | 45 – | 40 | 85 D | 282 | +1,0 | +0,8 |
| 11 1 | 1 | 57 | 55 | ki | 1355 7,6 | 45 – | 40 | 19 D | 216 | +0,7 | +4,9 |
| 11 1 | 3 | 17 | 21 | ki | 1362 7,2 | 45 – | 52 | 35 É | 342 | +1,3 | –3,1 |
| 11 3 | 1 | 42 | 53 | ki | 118593 7,6 | 24 – | 15 | 76 D | 280 | +0,3 | +1,1 |
| 11 3 | 3 | 55 | 19 | ki | 1603 7,2 | 23 – | 36 | 41 D | 245 | +1,3 | +2,5 |
| 11 4 | 2 | 43 | 5 | ki | 1719 7,8 | 14 – | 13 | 70 É | 318 | +0,3 | –0,1 |
| 11 5 | 3 | 39 | 37 | ki | 1840 8,0 | 7 – | 10 | 75 É | 315 | +0,3 | +0,1 |
| 11 12 | 16 | 57 | 22 | be | 187953 8,1 | 23 + | 14 | 71 D | 101 | +1,6 | –1,3 |
| 11 14 | 16 | 32 | 29 | be | 3069 6,3 | 41 + | 24 | 81 É | 65 | +1,7 | +0,3 |
| 11 16 | 17 | 21 | 6 | be | 165197 7,5 | 60 + | 30 | 78 D | 79 | +1,9 | +0,4 |
| 11 16 | 19 | 14 | 20 | be | 165218 7,8 | 61 + | 27 | 73 D | 84 | +1,7 | –0,6 |

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekció | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 11 16 | 20 | 42 | 4 | be | 3327 6,8 | 61 + | 18 | 74 É | 51 | +0,8 | -0,1 |
| 11 18 | 20 | 2 | 50 | be | 25 7,4 | 79 + | 37 | 56 É | 28 | +0,9 | +1,4 |
| 11 21 | 21 | 10 | 47 | be | 405 4,3 | 97 + | 53 | 60 D | 86 | +1,8 | +0,3 |
| 11 21 | 22 | 22 | 38 | ki | 405 4,3 | 98 + | 51 | -77 D | 223 | +1,2 | +1,2 |
| 11 25 | 3 | 1 | 21 | ki | 873 7,6 | 95 - | 47 | 50 D | 236 | +1,3 | +0,2 |
| 11 25 | 3 | 12 | 20 | ki | 77547 7,1 | 95 - | 45 | 74 D | 260 | +1,1 | -0,8 |
| 11 26 | 0 | 35 | 2 | ki | 78698 7,2 | 90 - | 63 | 37 D | 224 | +1,5 | +2,4 |
| 11 26 | 5 | 18 | 4 | ki | 1051 6,6 | 89 - | 36 | 42 É | 326 | +0,0 | -3,1 |
| 11 26 | 22 | 40 | 36 | ki | 79652 7,4 | 82 - | 41 | 12 D | 203 | +0,0 | +5,3 |
| 11 26 | 23 | 23 | 50 | ki | 1171 6,5 | 82 - | 47 | 51 D | 242 | +1,0 | +2,1 |
| 11 28 | 2 | 43 | 56 | ki | 98190 7,3 | 71 - | 60 | 73 D | 269 | +1,7 | +0,3 |
| 11 28 | 3 | 26 | 25 | ki | 98207 8,0 | 71 - | 61 | 81 É | 295 | +1,5 | -1,0 |
| 11 29 | 4 | 9 | 8 | ki | 98832 7,7 | 59 - | 57 | 78 D | 277 | +1,7 | -0,3 |
| 11 29 | 5 | 29 | 14 | ki | 1459 7,4 | 59 - | 53 | 48 É | 332 | +0,7 | -2,6 |
| 11 30 | 3 | 48 | 1 | ki | 1576 5,3 | 48 - | 50 | 59 D | 262 | +1,8 | +1,0 |

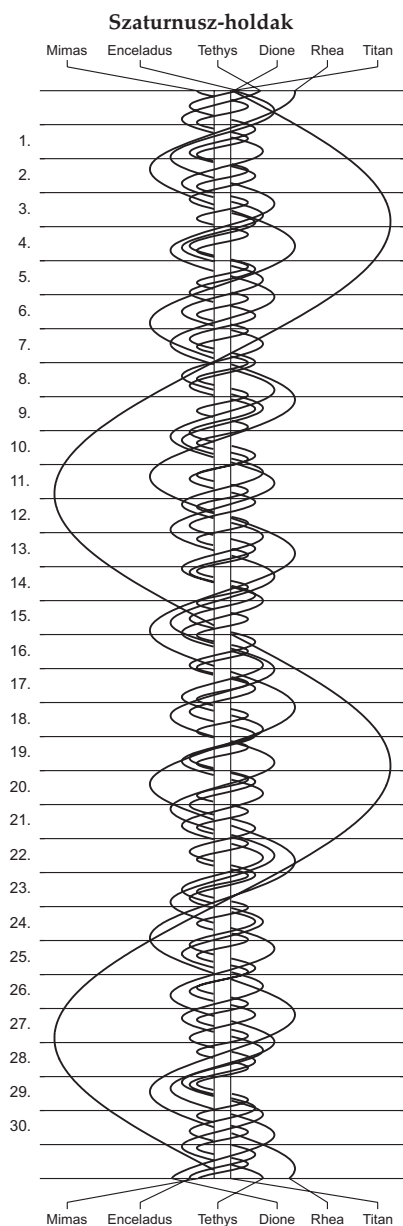
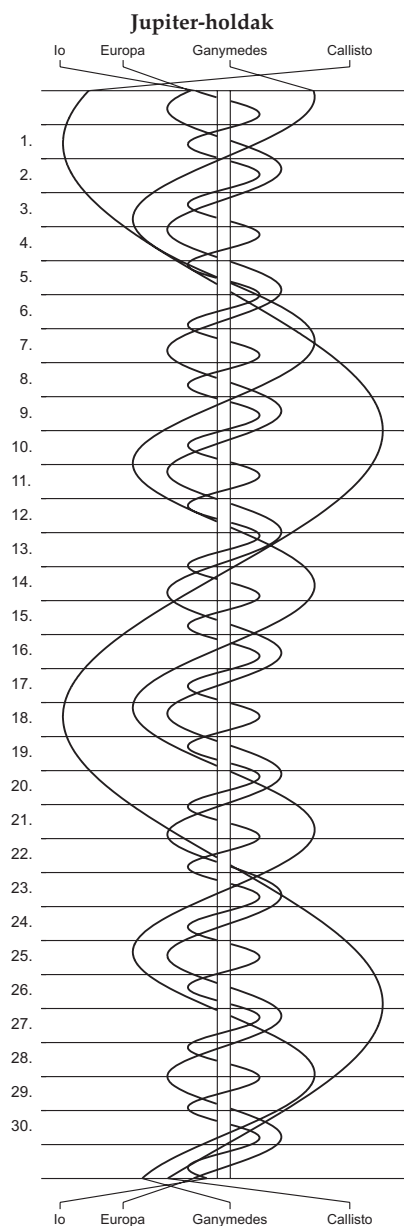
Évforduló

300 éve született Antoine Darquier de Pellepoix

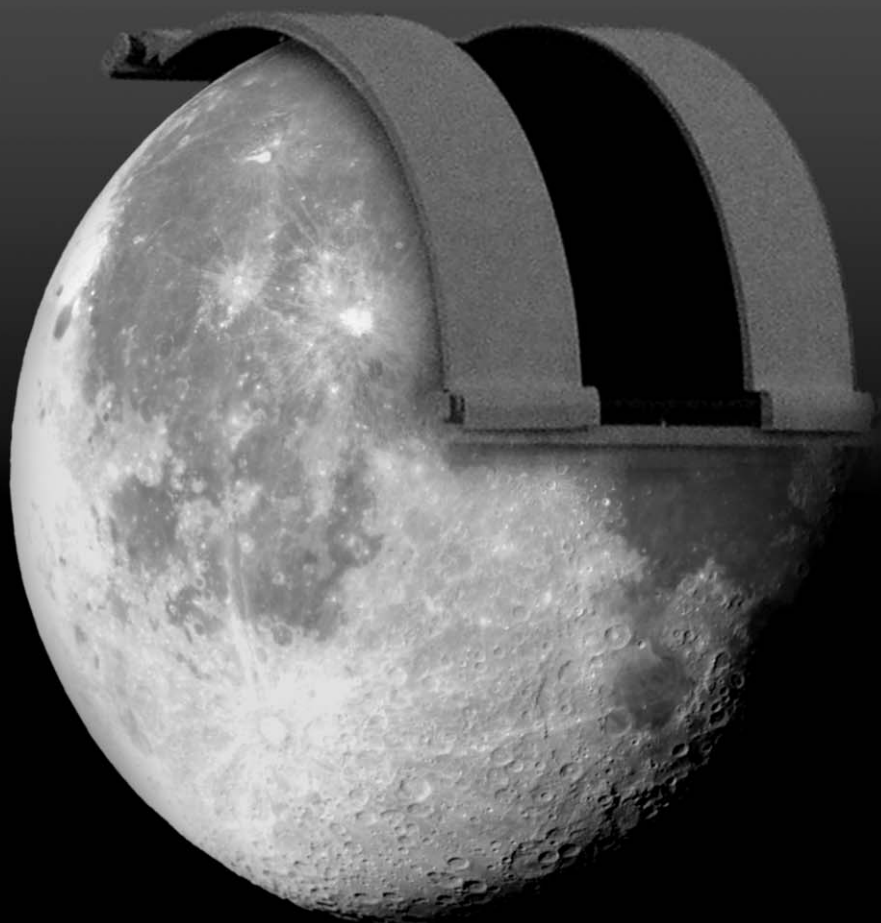
Antoine Darquier de Pellepoix (1718. november 23., Toulouse – 1802. január 18., Toulouse) francia csillagász a Gyűrűs-köd fölfedezéséről várt ismertté. 1779-ben, az év üstököse (Bode) követése közben akadt a ködöcskére, amely leírása szerint: *Köd α és β Lyrae között, amely fakó, de körvonala határozott, a Jupiterhez hasonló méretű és elhalványuló bolygóra emlékeztet.* Charles Messier a következő évben katalógusába vette a ködöt, amely a leírás alapján a planetáris köd objektumtípus névadója lett.

Antoine Darquier összes megfigyeléséhez 65/1100 mm-es lencsés távcsövet használt. 1781-ben megfigyelte az Uránuszt, és számításai alapján ő is excentrikusnak találta a pályáját. 1791 és 1798 között csillagkatalógust állított össze, amelyet Lalande szerkesztett be az 1801-ben publikált, 50 000 csillagot tartalmazó forrásmunkájába.





A B L A K A VILÁGEGYETEMRE



 **Polaris Csillagvizsgáló**

Budapest III., Laborc u. 2/c. <http://polaris.mcse.hu>

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – december**

KÖZEI

| Dátum | Nap | | | | | Hold | | | fázis h m |
|-------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------|--------------|
| | kel h m | delel h m | nyugszik h m | h_d ° | E_t m | kel h m | delel h m | nyugszik h m | |
| 1. sz 335. | 7 10 | 11 33 | 15 55 | 20,7 | +11,2 | 0 06 | 6 51 | 13 24 | |
| 2. v 336. | 7 11 | 11 33 | 15 55 | 20,6 | +10,8 | 1 19 | 7 41 | 13 50 | |
| 49. hét | | | | | | | | | |
| 3. h 337. | 7 12 | 11 33 | 15 54 | 20,4 | +10,4 | 2 30 | 8 28 | 14 15 | |
| 4. k 338. | 7 13 | 11 34 | 15 54 | 20,3 | +10,0 | 3 41 | 9 16 | 14 42 | |
| 5. sz 339. | 7 15 | 11 34 | 15 54 | 20,2 | +9,6 | 4 50 | 10 04 | 15 10 | |
| 6. cs 340. | 7 16 | 11 35 | 15 53 | 20,0 | +9,2 | 5 58 | 10 54 | 15 43 | |
| 7. p 341. | 7 17 | 11 35 | 15 53 | 19,9 | +8,8 | 7 03 | 11 43 | 16 20 | ● 8 20 |
| 8. sz 342. | 7 18 | 11 35 | 15 53 | 19,8 | +8,3 | 8 03 | 12 34 | 17 02 | |
| 9. v 343. | 7 19 | 11 36 | 15 53 | 19,7 | +7,9 | 8 58 | 13 24 | 17 51 | |
| 50. hét | | | | | | | | | |
| 10. h 344. | 7 20 | 11 36 | 15 53 | 19,6 | +7,4 | 9 45 | 14 14 | 18 45 | |
| 11. k 345. | 7 21 | 11 37 | 15 53 | 19,5 | +7,0 | 10 25 | 15 01 | 19 42 | |
| 12. sz 346. | 7 22 | 11 37 | 15 53 | 19,5 | +6,5 | 11 00 | 15 48 | 20 42 | |
| 13. cs 347. | 7 23 | 11 38 | 15 53 | 19,4 | +6,1 | 11 29 | 16 32 | 21 43 | |
| 14. p 348. | 7 23 | 11 38 | 15 53 | 19,3 | +5,6 | 11 55 | 17 16 | 22 45 | |
| 15. sz 349. | 7 24 | 11 39 | 15 53 | 19,3 | +5,1 | 12 19 | 17 59 | 23 49 | ☉ 12 49 |
| 16. v 350. | 7 25 | 11 39 | 15 53 | 19,2 | +4,6 | 12 42 | 18 42 | – | |
| 51. hét | | | | | | | | | |
| 17. h 351. | 7 26 | 11 40 | 15 54 | 19,2 | +4,1 | 13 05 | 19 27 | 0 53 | |
| 18. k 352. | 7 26 | 11 40 | 15 54 | 19,2 | +3,7 | 13 29 | 20 13 | 2 00 | |
| 19. sz 353. | 7 27 | 11 41 | 15 54 | 19,1 | +3,2 | 13 57 | 21 03 | 3 09 | |
| 20. cs 354. | 7 28 | 11 41 | 15 55 | 19,1 | +2,7 | 14 29 | 21 56 | 4 21 | |
| 21. p 355. | 7 28 | 11 42 | 15 55 | 19,1 | +2,2 | 15 08 | 22 54 | 5 35 | |
| 22. sz 356. | 7 29 | 11 42 | 15 56 | 19,1 | +1,7 | 15 57 | 23 55 | 6 48 | ○ 18 48 |
| 23. v 357. | 7 29 | 11 43 | 15 56 | 19,1 | +1,2 | 16 56 | – | 7 56 | |
| 52. hét | | | | | | | | | |
| 24. h 358. | 7 29 | 11 43 | 15 57 | 19,1 | +0,7 | 18 05 | 0 58 | 8 56 | |
| 25. k 359. | 7 30 | 11 44 | 15 58 | 19,2 | +0,2 | 19 20 | 2 00 | 9 46 | |
| 26. sz 360. | 7 30 | 11 44 | 15 58 | 19,2 | –0,3 | 20 38 | 2 59 | 10 27 | |
| 27. cs 361. | 7 30 | 11 45 | 15 59 | 19,2 | –0,8 | 21 54 | 3 56 | 11 00 | |
| 28. p 362. | 7 31 | 11 45 | 16 00 | 19,3 | –1,3 | 23 09 | 4 48 | 11 30 | |
| 29. sz 363. | 7 31 | 11 46 | 16 01 | 19,3 | –1,8 | – | 5 39 | 11 56 | ● 10 34 |
| 30. v 364. | 7 31 | 11 46 | 16 01 | 19,4 | –2,2 | 0 21 | 6 27 | 12 21 | |
| 1. hét | | | | | | | | | |
| 31. h 365. | 7 31 | 11 47 | 16 02 | 19,5 | –2,7 | 1 32 | 7 14 | 12 47 | |

december

| nap | Julián dátum 12 ^h UT | θ_{gr} 0 ^h UT h m s | névnapok |
|-----|---------------------------------------|---|--|
| 1. | 2 458 454 | 4 39 13 | Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár |
| 2. | 2 458 455 | 4 43 10 | Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes |
| 3. | 2 458 456 | 4 47 06 | Ferenc, Olívia |
| 4. | 2 458 457 | 4 51 03 | Borbála, Barbara, Boróka, Péter |
| 5. | 2 458 458 | 4 54 59 | Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma |
| 6. | 2 458 459 | 4 58 56 | Miklós, Nikolett, Nikoletta |
| 7. | 2 458 460 | 5 02 53 | Ambrus |
| 8. | 2 458 461 | 5 06 49 | Mária, Emőke, Mátyás |
| 9. | 2 458 462 | 5 10 46 | Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria |
| 10. | 2 458 463 | 5 14 42 | Judit, Livia, Loretta |
| 11. | 2 458 464 | 5 18 39 | Árpád, Dániel |
| 12. | 2 458 465 | 5 22 35 | Gabriella, Franciska, Johanna |
| 13. | 2 458 466 | 5 26 32 | Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia |
| 14. | 2 458 467 | 5 30 28 | Szilárda |
| 15. | 2 458 468 | 5 34 25 | Valér, Dezső, Mária |
| 16. | 2 458 469 | 5 38 22 | Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér |
| 17. | 2 458 470 | 5 42 18 | Lázár, Olimpia |
| 18. | 2 458 471 | 5 46 15 | Augusztá, Dezső, Mária |
| 19. | 2 458 472 | 5 50 11 | Viola |
| 20. | 2 458 473 | 5 54 08 | Teofil, Ignác, Krisztián |
| 21. | 2 458 474 | 5 58 04 | Tamás, Péter |
| 22. | 2 458 475 | 6 02 01 | Zénó, Anikó |
| 23. | 2 458 476 | 6 05 57 | Viktória |
| 24. | 2 458 477 | 6 09 54 | Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi |
| 25. | 2 458 478 | 6 13 51 | Karácsony; Eugénia, Anasztázia |
| 26. | 2 458 479 | 6 17 47 | Karácsony; István, Dénes, Előd, Stefánia |
| 27. | 2 458 480 | 6 21 44 | János |
| 28. | 2 458 481 | 6 25 40 | Kamilla, Ármin, Gáspár |
| 29. | 2 458 482 | 6 29 37 | Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár |
| 30. | 2 458 483 | 6 33 33 | Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán |
| 31. | 2 458 484 | 6 37 30 | Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitty, Melánia |

KÉPMELLÉKLET

I–II. oldal

Az első két oldalon található, a bolygók kelését és nyugvását bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, továbbá a belső és külső bolygók láthatósága (kelés, nyugvás, a Naptól való kitérés mértéke).

III. oldal

Felül: Az utóbbi 5 millió év klímaváltozásai. Az alsó ábrán a ^{18}O izotóp gyakoriságának változása látható tengerfenéki üledékekben; a bal oldali ordinátán ezt az újabb korokban tapasztalt hozzávetőleges tapasztalati összefüggés alapján a globális átlaghőmérséklet változására konvertálták. A felső ábra az idősor wavelet-spektrumát (azaz körülbelül a teljesítményspektrum időbeli változását) mutatja az utolsó 5 millió évben, a függőleges tengelyen a frekvenciával; pirossal az erősebben jelentkező frekvenciák (A Global Warming Art project, valamint de Boer és társai 2014). Petrovay Kristóf: A jégkorszakok csillagászati okai című írásához.

Alul: Az SDSS-IV részeként az APOGEE az egész égboltot belátja köszönhetően az új mexikói és chilei 2,5 méteres teleszkópoknak. Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés című írásához.

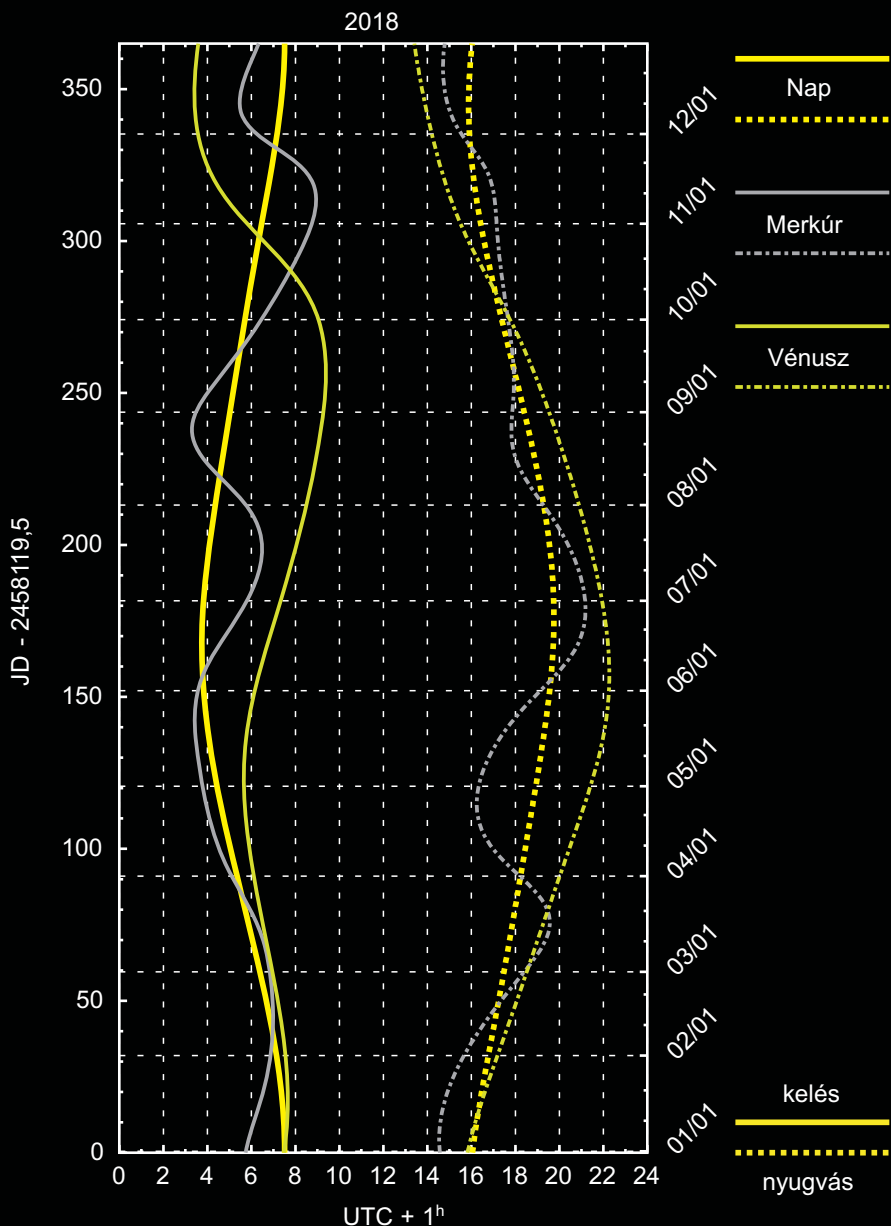
IV. oldal

Felül: Az SDSS-IV 2,5 méteres tükrös távcsöve, amely az Apache Point Observatóriumban (Új-Mexikó, USA) található.

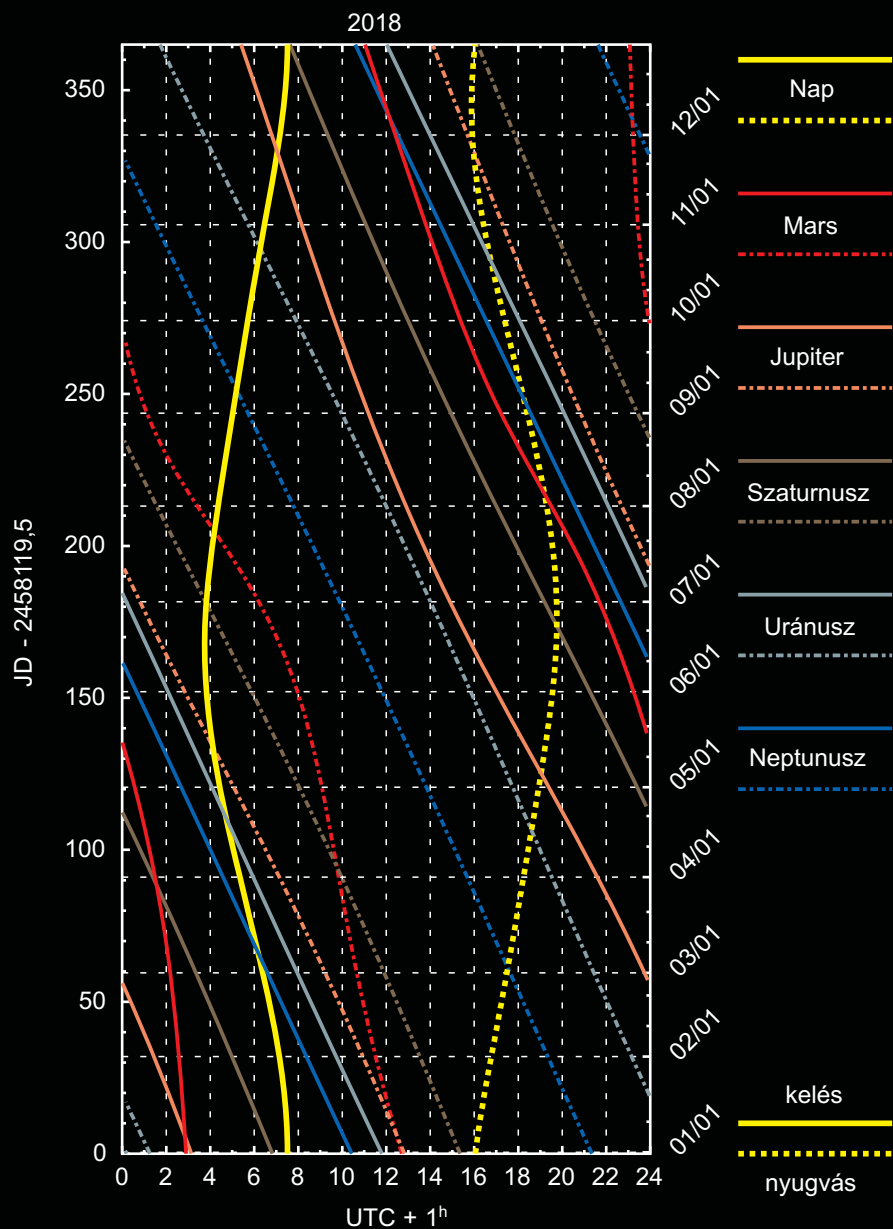
Alul: Az APOGEE 2020-ig 500 000 csillagon keresztül az egész Tejútrendszert le fogja fedni. A zölddel jelölt mezők a Kepler űrtávcsővel, a kékkel jelöltek az APOGEE-1 által eddig észlelt területek. A narancssárga területeket fogja az északi, a cikromsárgával jelölteket pedig a déli távcsővel észlelni az APOGEE-2.

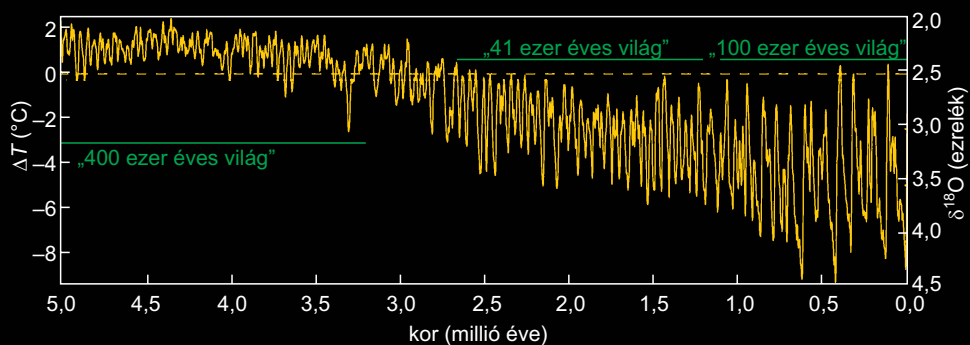
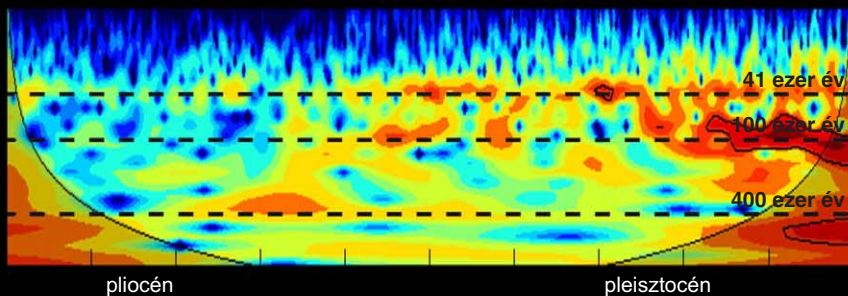
Mindkét ábra Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés című írásához.

Belső bolygók kelése és nyugvása

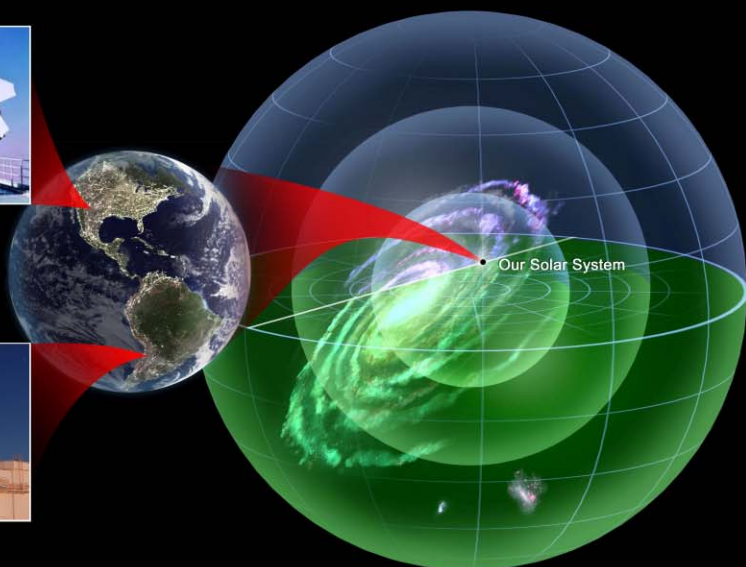


Külső bolygók kelése és nyugvása

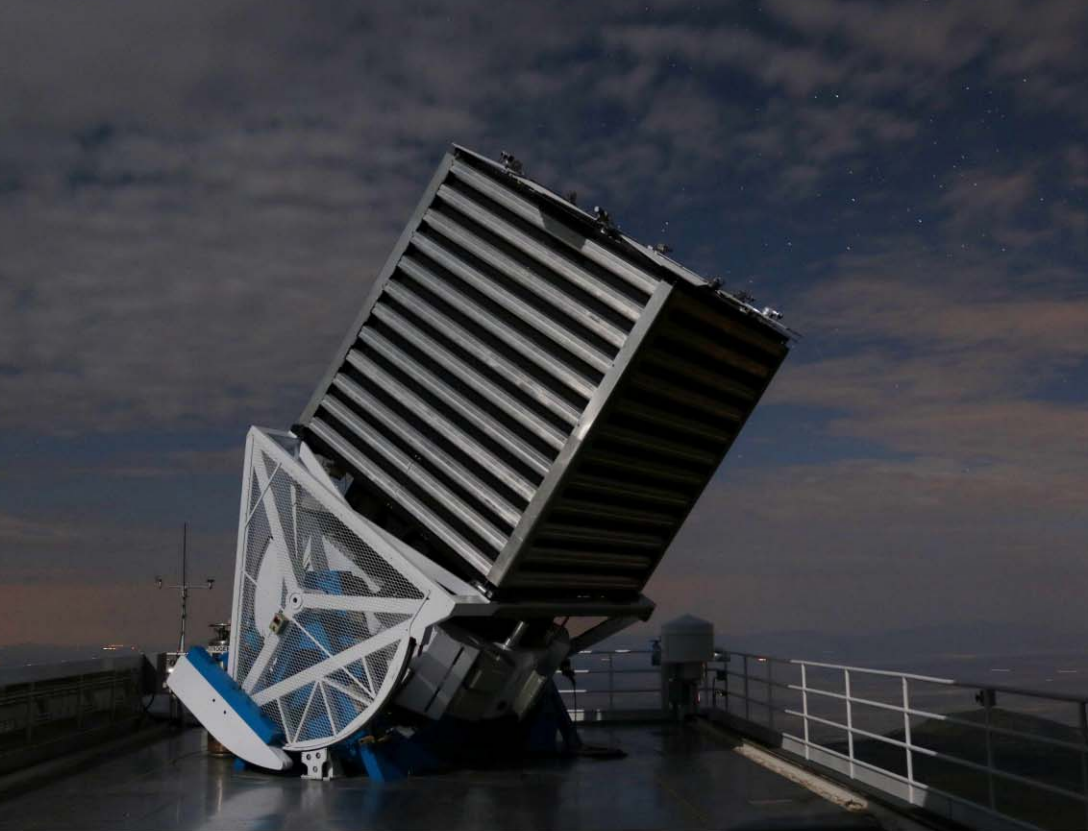




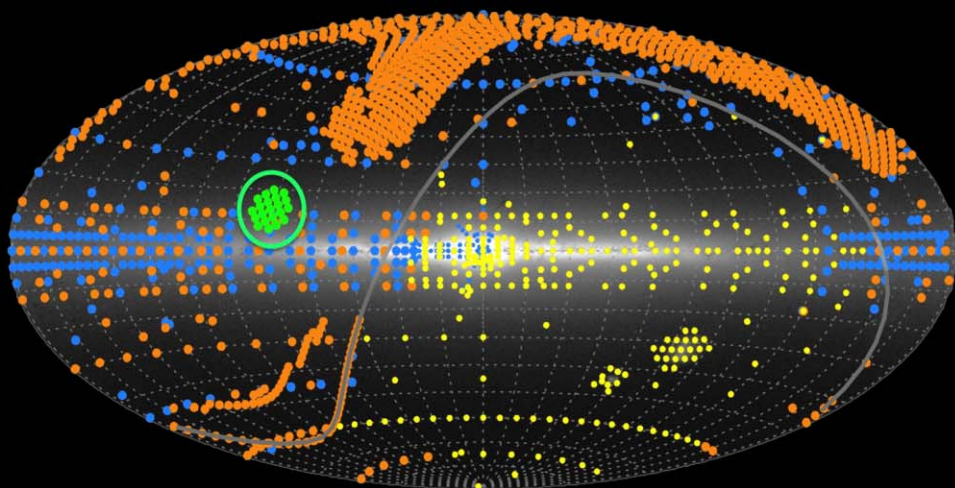
Petrovay Kristóf: A jégkorszakok csillagászati okai, 2. ábra



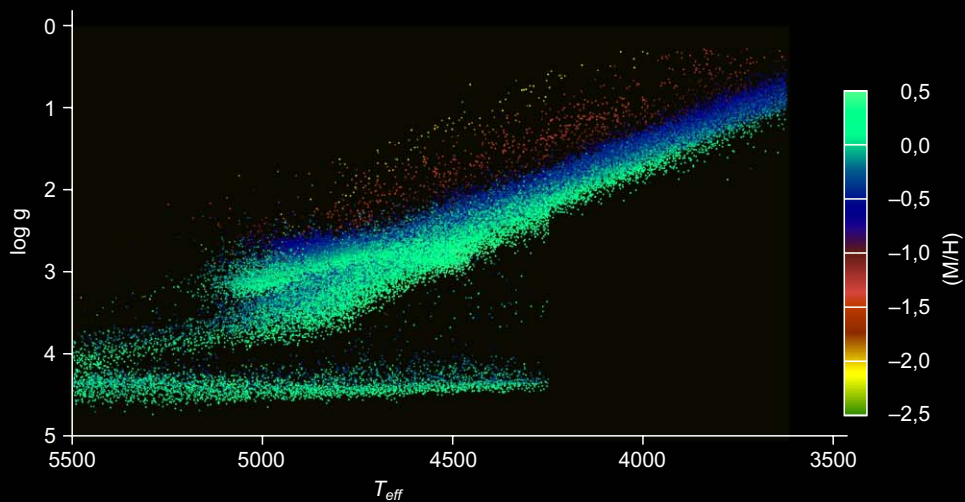
Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés, 1. ábra



Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés, 2. ábra



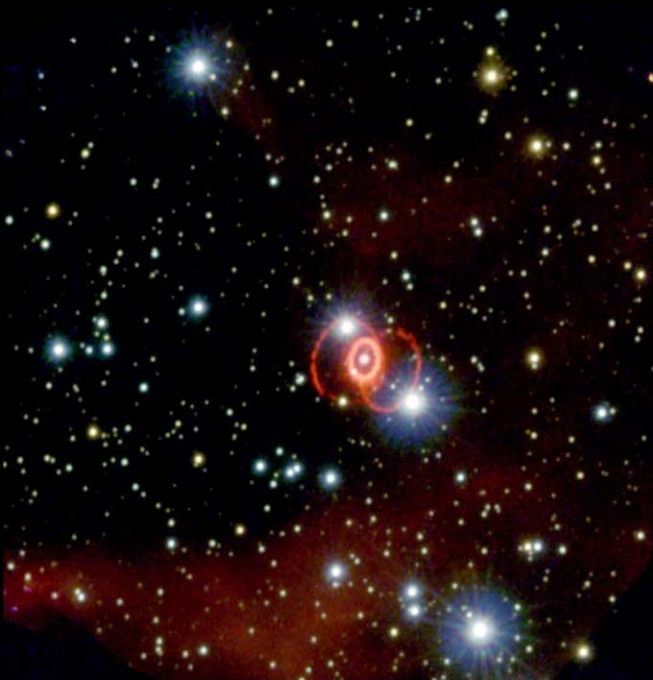
Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés, 3. ábra



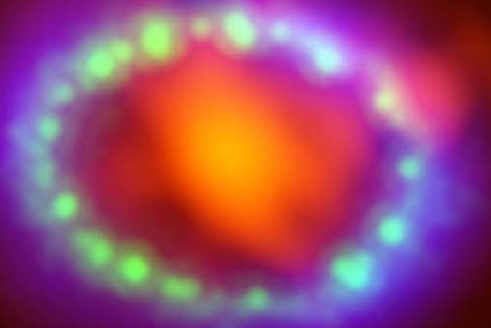
Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés, 5. ábra



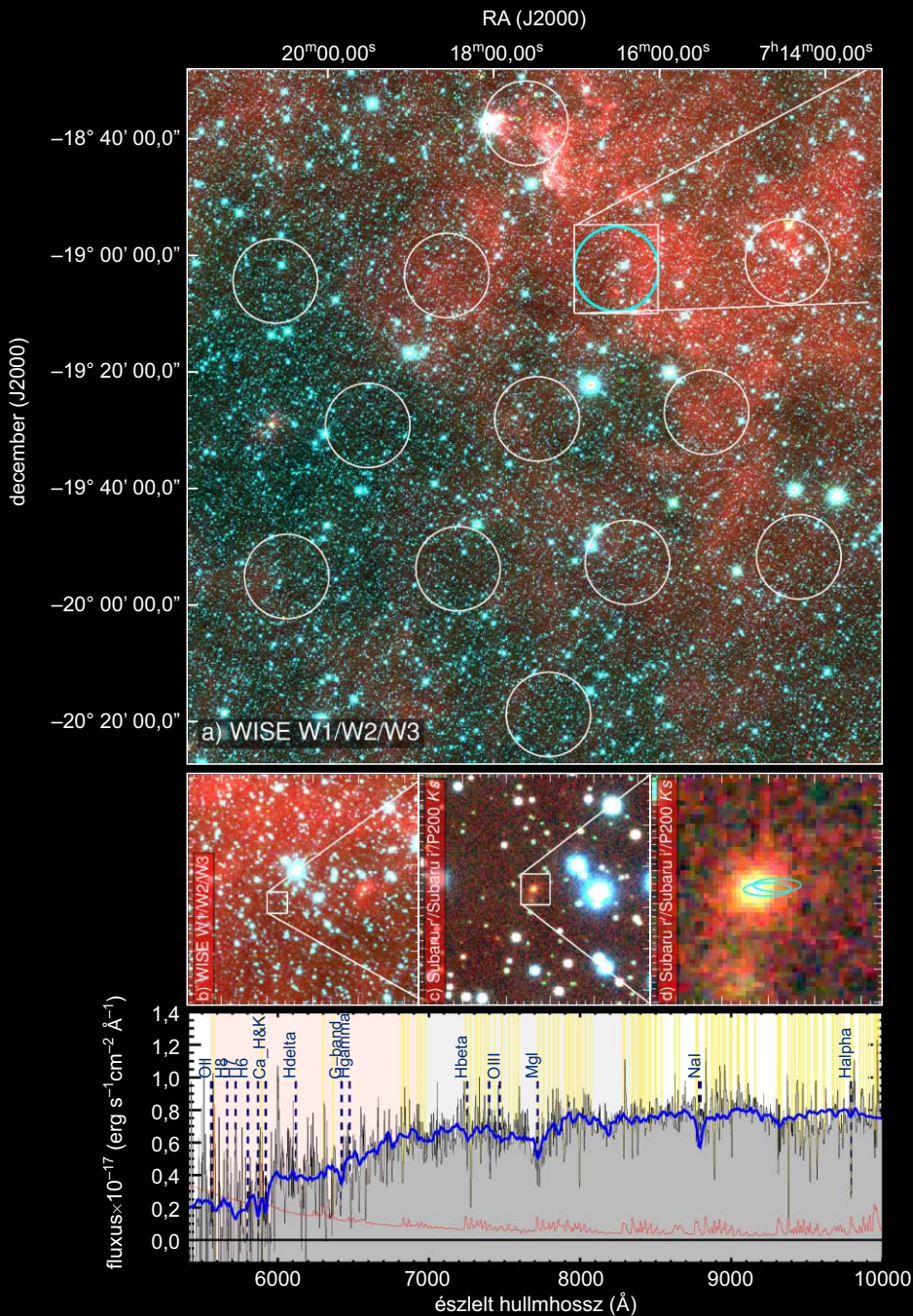
Nagy Andrea: Az SN 1987A harminc éve, avagy a jó, rossz és csúf szupernóva, 1. ábra



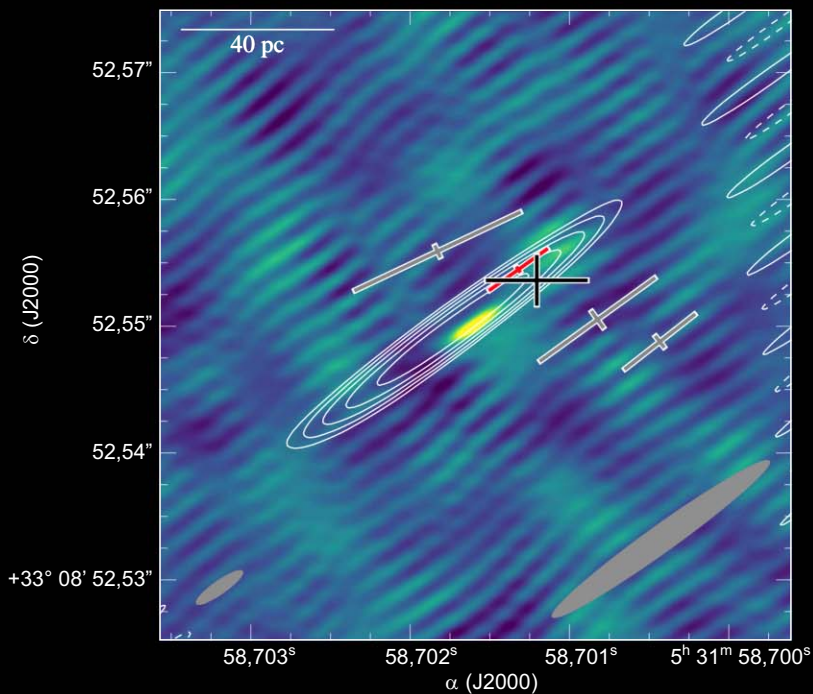
Nagy Andrea: Az SN 1987A harminc éve, avagy a jó, rossz és csúf szupernóva, 3. ábra



Nagy Andrea: Az SN 1987A harminc éve, avagy a jó, rossz és csúf szupernóva, 5. ábra



Paragi Zsolt: Gyors rádiótranziensek, 2. ábra



Paragi Zsolt: Gyors rádiótranziensek, 5. ábra



Dálya Gergely – Bécsy Bence: A gravitációshullám-asztrofizika megszületése, 2. ábra

V. oldal

Felül: A felszíni gravitáció az effektív hőmérséklet függvényében fémtartalom szerint színezve. Az észlelt csillagok jelentős része Napunkhoz hasonló fémtartalmú. A fősorozat 4 és 5-ös logg között helyezkedik el, a vörös óriáság csillagainak felszíni gravitációja pedig csökken a hőmérséklet csökkenésével. Mészáros Szabolcs: Az APOGEE égboltfelmérés című írásához.

Alul: Az SN 1987A közvetlen környezete és a Tarantula-köd az ESO Schmidt-teleszkópjának felvételén (ESO). Nagy Andrea: Az SN 1987A harminc éve, avagy a jó, rossz és csúf szupernóva című írásához.

VI. oldal

Felül: Az SN 1987A szupernóva-maradványt körülvevő hármass gyűrű a Hubble-űrtávcső felvételén (HST).

Alul: Az SN 1987A késői színeke, amelyben porképződésre utaló jelek figyelhetők meg. A rövidebb hullámhosszakon megfigyelhető, az úgynevezett meleg por által keltett sugárzást a Spitzer-űrtávcső, míg a hideg por spektrális járulékát a Herschel-űrszonda tanulmányozta (ESA/NASA-JPL/Caltech/UCL).

Mindkét ábra Nagy Andrea: Az SN 1987A harminc éve, avagy a jó, rossz és csúf szupernóva című írásához.

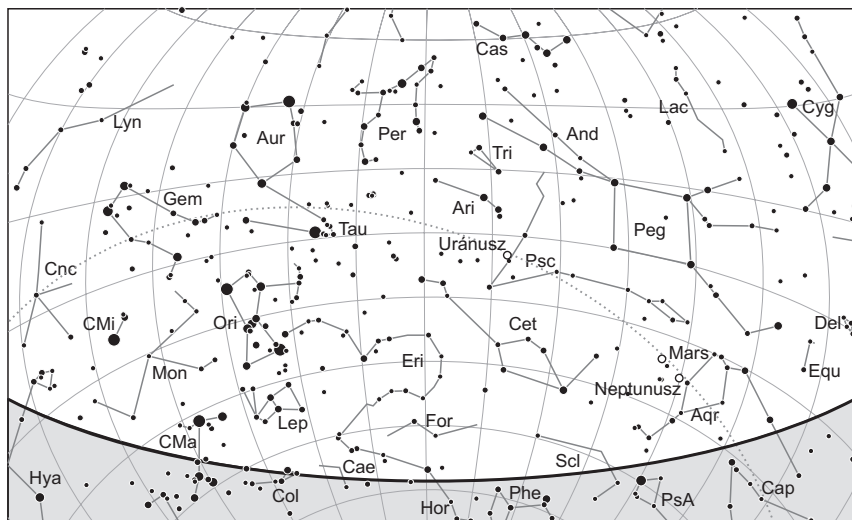
VII. oldal

Az FRB150418 valós idejű detektálása. A fehér körök a Parkes egyes vevőinek látómezejét jelzik. A jobb oldalon kiemelt közeli-infravörös képek egy távoli galaxist mutatnak, ahol szinkrotron utófénylést véltek felfedezni a kutatók. A galaxis vöröseltolódása $z = 0,49$ (optikai-közeli-infravörös spektrum lent), ez jól egyezett a mért DM -ből becsült értékkel (Keane és társai 2016). Ez a felfedezés hamar megkérdőjeleződött, az „utófénylés” helyén ugyanis, úgy tűnik, egy gyorsan változó aktív galaxismag van. Paragi Zsolt: Gyors rádiótranziensek című írásához.

VIII. oldal

Felül: Az Európai VLBI hálózattal készült rádiótérkép (színes háttér: 5 GHz; rádiókontúrok: 1,6 GHz) és az FRB121102 1,6 GHz-en detektált négy kitörésének pozíciói. A szürke keresztek halványabb kitörések, míg a piros az eddig látott legfényesebb gyors tranzien ebből az irányból. A fekete keresztt a súlyozott átlagot mutatja hibahatárokkal. Az FRB pulzusok és az állandó rádióforrás pozíciója a hibahatáron belül megegyezik, az égbolt síkjára vetített távolságuk kevesebb mint 40 parszek (Marcote és társai 2017). Paragi Zsolt: Gyors rádiótranziensek című írásához.

Alul: A LIGO Livingston és LIGO Hanford detektorok (ligo.caltech.edu). Dálya Gergely – Bécsy Bence: A gravitációshullám-asztrofizika megszületése című írásához.



A déli égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap folyamán napkelte előtt kereshető a délkeleti látóhatár közelében. 1-jén már 50 perccel kel a Nap előtt, láthatósága villámgyorsan javul. 15-én van legnagyobb nyugati kitérésben, $21,3^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor két órával kel korábban, mint a Nap, idei legjobb hajnali láthatóságát adva. Ezt követően lassan közeledik a Naphoz, de 31-én is még több mint egy órával kel előtte.

Vénusz: Magasan ragyog a hajnali délkeleti égen, kiváló észlelési lehetőséget biztosítva. A hónap első napján éri el maximális fényességét, néhány napig a nappali égen is látható. A hónap elején három és fél, a végén három órával kel a Nap előtt. Fényessége $-4,9^m$ -ról $-4,6^m$ -ra, átmérője $40,7''$ -ről $26,6''$ -re csökken, fázisa $0,26$ -ról $0,47$ -ra nő.

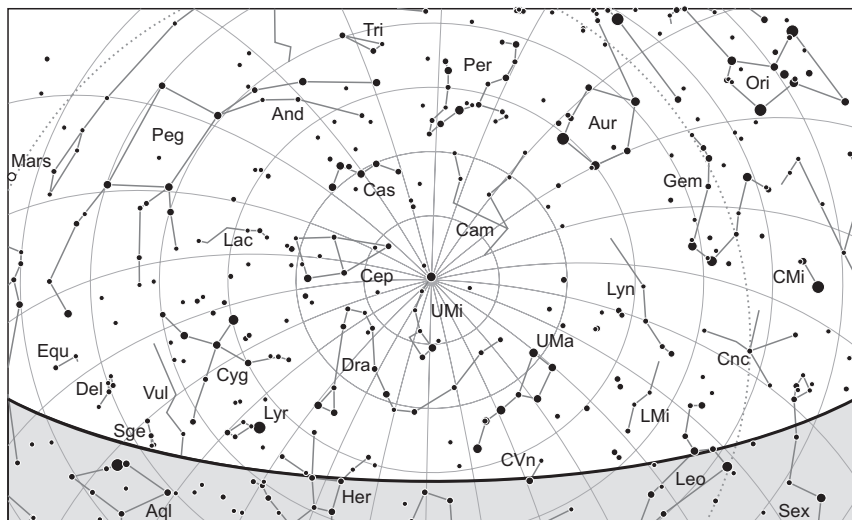
Mars: Előretartó mozgást végez a Vízöntő, majd 22-től a Halak csillagképben. Az éjszaka első felében látható a délnyugati ég alján, éjjel körül nyugszik. Fényessége 0^m -ról $0,5^m$ -ra, látszó átmérője $9,3''$ -ről $7,5''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Skorpió, majd 14-től a Kígyóirtató csillagképben. A hónap közepétől már újra kereshető napkelte előtt a délnyugati ég alján, ragyogó fénye nagyon megkönnyíti a megtalálását. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $31''$.

Szaturnusz: A hónap elején még megkísérrelhető felkeresése napnyugta után. Folytatja előretartó mozgását a Nyilas csillagképben. Fényessége $0,5^m$, átmérője $15''$.

Uránusz: Az éjszaka nagyobb részében kereshető, hajnalban nyugszik. Előbb a Kos, majd 3-tól a Halak csillagképben végzett hátráló mozgása a hónap végére jelentősen lelassul.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



Az északi égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 12.03. | 4:22 | a (40) Harmonia kisbolygó (9,5 magnitúdós) 8'-cel délkeletre látható a 106 Tau-tól (5,3 magnitúdós) |
| 12.04. | 1:26 | a Hold maximális librációja ($l = +5,32^\circ$, $b = -6,62^\circ$, 11,2%-os, csökkenő holdfázis) |
| 12.04. | 3:18 | a Vénusz $5,0^\circ$ -kal nyugatra látható a 10,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Szűz csillagképben |
| 12.04. | 5:58 | a (128) Nemesis kisbolygó oppozícióban (10,5 magnitúdós, Bika csillagkép) |
| 12.06. | 5:41 | a Merkúr $5,0^\circ$ -kal nyugatra, a Jupiter $4,9^\circ$ -kal délkeletre látható a 1,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg/Skorpió csillagképekben |
| 12.06. | 5:54 | 25 óra 26 perces holdsarló $7,1^\circ$ magasan a hajnali égen (a Merkúrtól $5,1^\circ$ -kal keletre, a Jupitertől $4,9^\circ$ -kal északnyugatra) |
| 12.07. | 7:20 | újhold (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője $30' 19''$) |
| 12.07. | 16:07 | a Mars és a Neptunusz $3' 46''$ -es közelsége az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben |
| 12.07. | 16:45 | a Marstól $18,6'$ -cel északra látható a 81 Aqr (6,2 magnitúdós) |
| 12.08. | 15:15 | 31 óra 55 perces holdsarló $5,6^\circ$ magasan az esti égen (a Szaturnusztól $7,6^\circ$ -kal nyugatra) |
| 12.08. | 20:33 | a (40) Harmonia kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Bika csillagkép) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 12.09. | 4:29 | a Vénusztól 14' 35"-cel északra látható a 96 Vir (6,5 magnitúdós) |
| 12.09. | 15:28 | a Szaturnusz 4,7°-kal nyugatra látható az 5,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Nyilas csillagképben |
| 12.09. | 16:11 | a Hold súrolva fedi a ZC 2762-t a déli pereme mentén (6,1 magnitúdós, 5%-os, növekvő holdfázis) a Nyilas csillagképben |
| 12.10. | 4:28 | a Vénusztól 29,3'-cel északra látható a κ Vir (4,2 magnitúdós) |
| 12.10. | 6:44 | a (80) Sappho kisbolygó oppozícióban (10,3 magnitúdós, Orion csillagkép) |
| 12.11. | 5:11 | a Hold minimális librációja ($l = +0,66^\circ$, $b = +0,64^\circ$, 13,9%-os, növekvő holdfázis) |
| 12.11. | 12:44 | a Merkúr dichotómiája (20,6°-os nyugati elongáció, 7,3" látszó átmérő) |
| 12.12. | 5:47 | a Merkúr kedvező hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 10,5°, -0,3 magnitúdós, fázisa 53% |
| 12.12. | 5:47 | a Vénusz kedvező hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 26,3°, -4,6 magnitúdós, fázisa 35% |
| 12.12. | 12:30 | a Hold földtávolban (405 211 km, látszó átmérő: 29' 29", 23,3%-os, növekvő holdfázis) |
| 12.13. | 16:45 | a Marstól 26,8'-cel délnyugatra látható a ϕ Aqr (4,2 magnitúdós) |
| 12.13. | 16:45 | a (27) Euterpe kisbolygó (11,4 magnitúdós) 3'-cel északkeletre látható a 83 Aqr-től (5,4 magnitúdós) |
| 12.14. | 4:32 | a Vénusztól 21,5'-cel délre látható a 2 Lib (6,2 magnitúdós) |
| 12.14. | 12:30 | a Geminidák meteorraj maximuma (az észlelésre ajánlott éjszaka december 13/14-e) |
| 12.14. | 18:27 | a Neptunusz 3,5°-kal délkeletre látható a 43,2%-os, növekvő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben |
| 12.14. | 20:34 | a Mars 5,0°-kal északra látható a 44,1%-os, növekvő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben |
| 12.15. | 3:38 | a (354) Eleonora kisbolygó oppozícióban (10,2 magnitúdós, Orion csillagkép) |
| 12.15. | 11:30 | a Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (21,3°, -0,5 magnitúdós, 6,6" átmérő, 63% fázis, Mérleg csillagkép) |
| 12.15. | 11:49 | első negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 29' 53") |
| 12.15. | 16:46 | a Marstól 8' 21"-cel nyugatra látható a 96 Aqr (5,6 magnitúdós) |
| 12.15. | 16:46 | a (38) Leda kisbolygó (11,5 magnitúdós) 2'-cel északnyugatra látható a ψ Tau-tól (5,2 magnitúdós) |
| 12.18. | 3:02 | a (433) Eros kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Zsiráf csillagkép) |
| 12.18. | 8:10 | a Hold maximális librációja ($l = -6,73^\circ$, $b = +6,79^\circ$, 77,1%-os, növekvő holdfázis) |
| 12.19. | 19:06 | a Hold súrolva fedi a ZC 462-t a déli pereme mentén (6,0 magnitúdós, 89%-os, növekvő holdfázis) a Kos csillagképben |
| 12.21. | 2:28 | a 96,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1' 44"-cel délre látható az 55 Tau (6,8 magnitúdós) |

Dátum Időpont Esemény

| | | |
|--------|-------|--|
| 12.21. | 3:36 | a Hold mögé belép a 63 Tauri (5,6 magnitúdós, 96%-os, növekvő hold-fázis) |
| 12.21. | 19:51 | a 98,7%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5' 40"-cel délre látható a 104 Tau (4,9 magnitúdós) |
| 12.21. | 22:23 | téli napforduló |
| 12.22. | 5:53 | a Merkúr és a Jupiter 56'-es közelsége a hajnali szürkületben a Kígyó-tartó csillagképben |
| 12.22. | 17:12 | a 100,0%-os fázisú holdkorong peremétől 1' 50"-cel délre látható a χ^2 Ori (4,6 magnitúdós) |
| 12.22. | 17:49 | telehold (a Hold az Orion csillagképben, látszó átmérője 32' 53") |
| 12.23. | 4:36 | a 99,7%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 3' 46"-cel délre látható a 16 Gem (6,2 magnitúdós) |
| 12.23. | 23:40 | a 97,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 13' 50"-cel északra látható az 56 Gem (5,1 magnitúdós) |
| 12.24. | 9:58 | a Hold földközeli (361 045 km, látszó átmérő: 33' 6", 96,0%-os, csökkenő holdfázis) |
| 12.24. | 13:39 | a Hold minimális librációja ($l = -0,07^\circ$, $b = -0,07^\circ$, 95,2%-os, csökkenő holdfázis) |
| 12.27. | 5:16 | a (704) Interamnia kisbolygó (10,6 magnitúdós) 7'-cel északkeletre látható az 1 Cnc-től (5,8 magnitúdós) |
| 12.28. | 16:52 | a (128) Nemesis kisbolygó (11,3 magnitúdós) 3'-cel délre látható az 56 Tau-tól (5,3 magnitúdós) |
| 12.29. | 9:34 | utolsó negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 31' 48") |
| 12.29. | 9:37 | a (6) Hebe kisbolygó oppozícióban (8,5 magnitúdós, Egyszarvú csillagkép) |
| 12.30. | 16:54 | a Neptunustól 13' 45"-cel északnyugatra látható a 81 Aqr (6,2 magnitúdós) |
| 12.31. | 2:38 | a Hold maximális librációja ($l = +6,51^\circ$, $b = -6,76^\circ$, 32,0%-os, csökkenő holdfázis) |
| 12.31. | 4:40 | a Vénustól 12' 02"-cel délnyugatra látható a 30 Lib (6,5 magnitúdós) |

A Merkúr hajnalban

A bolygó kedvező hajnali láthatóságára kerül sor e hónapban. December 6-án a 0,8 magnitúdós fényességű, 8,7"-es átmérő és 0,23 fázisú bolygóért már érdemes felkel-nünk (CM = 237°), amely ekkor másfél órával kel a Nap előtt, napkeltére 12°-os hori-zont feletti magasságba érve. A gyorsan hízó sarló dichotómiáját december 11-én éri el. A -0,2 magnitúdós fényességű, 7,4" átmérőjű és 0,49 fázisú bolygó ekkor majd-nem két órával kel a Nap előtt (CM = 272°), napkeltére 15°-os horizont feletti magas-ságba érve. Derült égnél a csípős, de éjszaka megnyugvó levegő kiváló lehetőséget ad a megfigyelésre. A hízó bolygó az ünnepek alatt is megfigyelhető marad. Kará-csony másnapján, december 26-án a -0,4 magnitúdós, 5,5" átmérőjű és 0,84 fázisú bolygó (CM = 347°) még másfél órával kel a Nap előtt, napkeltére 11°-os horizont feletti magasságba érve.

Mars–Neptunusz együttállás

Az év utolsó hónapjára egyetlen nem igazán látványos, de annál érdekesebb együttállás maradt. December 7-én a Mars és a Neptunusz rendkívüli módon megközelíti egymást: 16:00 UT-kor, a navigációs szűrület végén alig 3,5 ívpercre lesznek egymástól.

Üstökösök

38P/Stephan–Oterma. Novemberi napközelsége után 17-én eléri földközelségét is, ekkor 0,766 CSE-re lesz tőlünk. A Cancer és a Lynx csillagképeken át vezető északkeleti, majd északi irányú, egyre lassuló mozgás mutatja, hogy megközelíti keleti stacionárius pontját. Fényessége a növekvő naptávolság miatt 9 és 10 magnitúdó között csökken, miközben 3-án este néhány ívperccel északkeletre mutatkozik az 5,6 magnitúdós 15 Cancritól, 19-én és 20-án éjszaka pedig fél fokra nyugati irányban látható a 6,2 magnitúdós 32 Lyncistől.

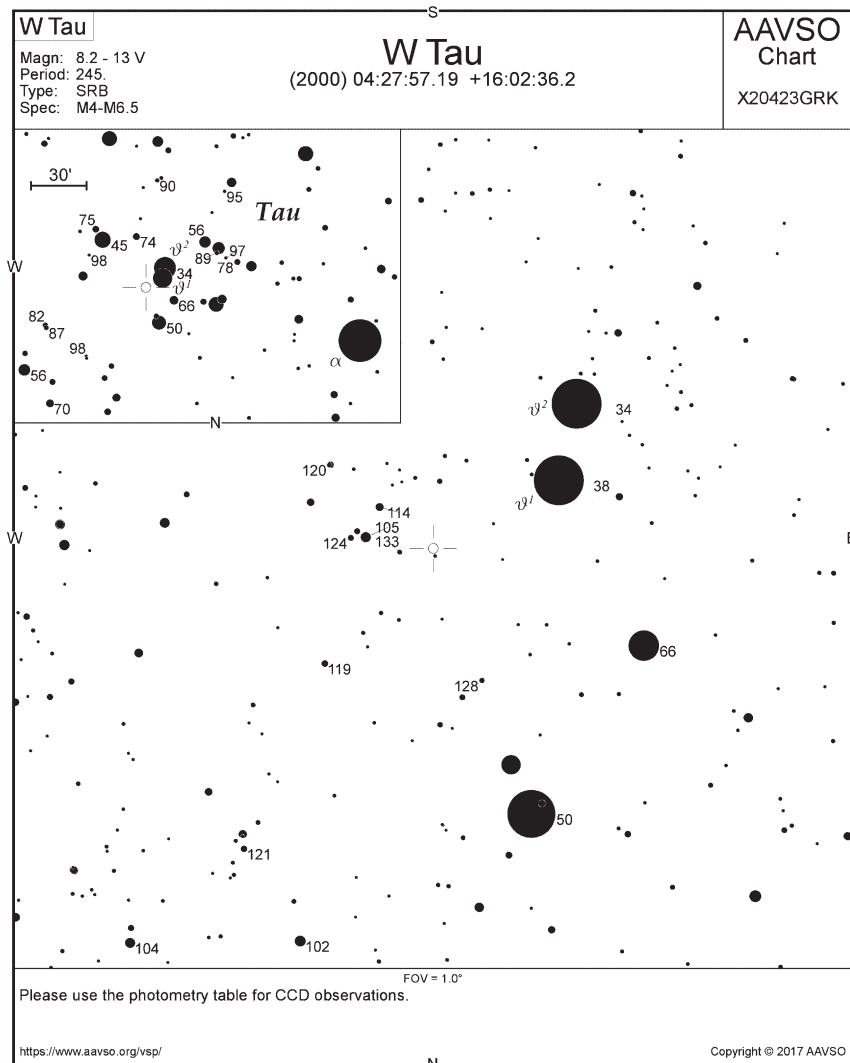
46P/Wirtanen. Október és november után mozgása jelentősen felgyorsul, és 12-én bekövetkező évszázados földközelségéhez illő módon egy hónap alatt több mint 90 fokot mozdul el az égen. A bolygónktól 0,078 CSE-re, azaz 11,6 millió km-re elhaladó üstökös a Cet, az Eridanus, ismét a Cet, a Taurus, a Perseus, az Auriga és végül a Lynx csillagképekben lesz látható. Fényessége előbb 5 magnitúdóról 4-re növekszik, majd a hónap végére 5 magnitúdóra csökken. A nagy fényességhez nagy, vélhetően legalább 1 fokos átmérő is társul, így észleléséhez sötét égbolt és a lehető legkisebb nagytávolság szükséges, de remélhetőleg szabad szemmel is megpillantható lesz majd. Érdekes nagylátószögű fotótéma lehet, amikor 16-án este 3,8 fokkal keletre halad el a Fiastyúktól.

64P/Swift–Gehrels. A 10,5–12,5 magnitúdó között gyorsan halványuló üstökös a Triangulum, majd az Aries területén látható az éjszaka első felében, amint naponta fél fokot halad kelet felé. Fotósok számára lehet érdekes, amikor 6-án este bő fél fokkal északra halad el az NGC 750–51 galaxisok dominálta kisebb csoportosulástól. Későbbi megtalálását segítheti, hogy 8-án este 13 ívperccel északra lesz az 5,5 magnitúdós ϵ Triangulitól (ekkor a 14 magnitúdós IC 1784–85 galaxispártól sem lesz messze), 13-án háromnegyed fokkal délre halad el az 5,3 magnitúdós 7 Triangulitól, 19-én hajnalban pedig csak néhány ívperc választja majd el az 5,6 magnitúdós 11 Triangulitól. Ezen az estén mindössze 5 ívperccel északra láthatjuk a 13 magnitúdós NGC 940-tól.

C/2016 N6 (PANSTARRS). A Hydra, a Puppis és a Canis Maior csillagképekben kereshetjük ezt a délnyugat felé haladó távoli üstököst, amelynek fényessége egész hónapban 13 magnitúdó körül várható. A hónap első felében fényes csillagokban szegény területen mozogva előbb 10-én hajnalban bő fél fokkal keletre, másnap pedig ugyanennyivel délre láthatjuk a 12,5 magnitúdós NGC 2525 galaxistól, 12-én és 13-án pedig a 13 magnitúdós NGC 2517 fél fokos környezetében tartózkodik. A hónap második felében már sokkal izgalmasabb területen mozog, 18-án hajnalban az egymástól 1 fokra látszó 9 Puppis és 10 Puppis között félúton halad el, két nappal később az 5,0 magnitúdós 4 Puppistól 36 ívpercre délkeletre láthatjuk, majd 22-én 1 fokkal délkeletre mutatkozik a fényes M46 nyílthalmaztól.

Félszabályos változócsillag a Hyadokban: a W Tauri

A félszabályos és a mira csillagok közel ugyanabban a fejlődési állapotban vannak, csak a pulzáció szabályosságában vagy a rezgési módusok gerjesztettségében lehet különbség. A pulzációelmélet ellenőrzése és fejlesztése szempontjából igen fontos az egyedi



csillagok fénygörbéjének részletes elemzése. A jellemzően több száz napos periódusok miatt a szakcsillagászok lényegében teljesen elhanyagolták a hosszú periódusú csillagok fotometriáját. Éppen ezért ezek a változók klasszikus amatőr csillagász célobjektumoknak tekinthetők. Az említett csillagok osztályozása a vizuális fénygörbén alapul. A Változócsillagok Általános Katalógusa (GCVS) definíciói szerint a mirák fényváltozása viszonylag szabályosan ismétlődő, vizuális amplitúdójuk nagyobb 2,5 magnitúdónál, periódusuk pedig durván 100 és 1000 nap közé esik. Ezzel szemben az SRa és SRb típusú félszabályos csillagok vizuális amplitúdója kisebb 2,5 magnitúdónál, periódusuk 10 és 1000 nap nagyságrendjébe esik, míg fénygörbéjük bonyolult, látszólag szabálytalan (amit többszörös periodicitások, esetleg irreguláris változások, vagy kaotikus folyamatok okozhatnak). Mind a mirák, mind a félszabályos változók pulzáló változócsillagok, azaz elsősorban ismétlődő kitágulásuk és összehúzódásuk felel a fényváltozásokért.

Az AGB ágon a mirák mellett a félszabályos változók két alcsoportját találjuk. Az SRa típusba a mirákhoz hasonló, de 2,5 magnitúdónál kisebb amplitúdójú vörös óriásokat soroljuk 35 és 1200 nap közötti periódussal. Az SRb változók az SRa típushoz hasonló csillagok, de gyakori a többszörös periodicitás, a periódus és az amplitúdó változása. A W Tauri jó példája az SRb csillagokra jellemző összetett változásoknak: periódusa a GCVS szerint 260 nap, ám ez az érték a csillag (az amatőr csillagászok mintegy 20 évnyi észlelési adatából szerkesztett) O-C diagramja alapján szabályos hullámmzású, úgynevezett ciklikus periódusváltozásokat mutat, ± 20 napos amplitúdóval. Fényességét meglehetősen kaotikusan változtatja, általában 1,5-2^m amplitúdóval, 9,5 és 11,5^m között, bár néha a 9 és 12 magnitúdós szélsőértékeket is eléri. Kis távcsővel, hetente érdemes észlelni folyamatos változásait.

A Hold csillagfedései

Budapesten, 15 cm-es távcsőre számítva

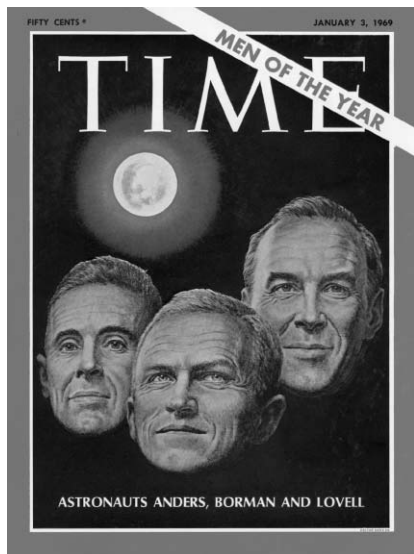
| Dátum hó nap | | UT h m s | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold fázis h | | Pozíció CA PA | | Korrekció A B | |
|-----------------|----|-------------|----|----|----|---------------------|-----------------|------|------------------|-------|------------------|------|
| 12 | 2 | 1 | 51 | 49 | ki | 1796 7,6 | 27 | – 14 | 76 | D 281 | +0,5 | +1,1 |
| 12 | 2 | 2 | 55 | 18 | ki | 119462 8,1 | 27 | – 24 | 62 | D 267 | +0,9 | +1,5 |
| 12 | 4 | 4 | 23 | 7 | ki | 2043 6,5 | 10 | – 15 | 77 | D 282 | +0,7 | +1,0 |
| 12 | 4 | 4 | 43 | 51 | ki | 2047 6,6 | 10 | – 17 | 63 | D 268 | +1,0 | +1,5 |
| 12 | 5 | 5 | 1 | 16 | ki | 159048 8,5 | 4 | – 10 | 89 | D 294 | +0,5 | +0,7 |
| 12 | 9 | 15 | 58 | 26 | be | 2762 6,1 | 5 | + 6 | 19 | D 154 | +2,7 | –4,9 |
| 12 | 14 | 16 | 30 | 44 | be | 165487 8,1 | 42 | + 32 | 34 | D 124 | +3,3 | –1,9 |
| 12 | 14 | 16 | 57 | 53 | be | 3392 7,3 | 42 | + 32 | 41 | É 19 | +0,7 | +1,7 |
| 12 | 17 | 21 | 26 | 47 | be | 109952 7,4 | 72 | + 32 | 64 | É 40 | +0,9 | +0,6 |
| 12 | 18 | 19 | 4 | 0 | be | 110466 8,0 | 81 | + 50 | 72 | D 85 | +1,8 | +0,3 |
| 12 | 18 | 22 | 25 | 27 | be | 110502 7,6 | 82 | + 35 | 34 | É 10 | +0,7 | +2,7 |
| 12 | 19 | 16 | 14 | 7 | be | 453 7,1 | 88 | + 31 | 82 | É 59 | +0,6 | +1,9 |
| 12 | 19 | 18 | 53 | 31 | be | 462 6,0 | 89 | + 52 | 27 | D 131 | +3,1 | –2,2 |
| 12 | 20 | 22 | 4 | 19 | be | 93805 7,0 | 95 | + 56 | 19 | É 359 | +0,4 | +7,7 |
| 12 | 21 | 3 | 35 | 51 | be | 650 5,6 | 96 | + 8 | 39 | D 121 | –0,4 | –2,1 |

| Dátum hó nap | UT | | | J | Csillag ZC/SAO m | Hold | | Pozíció | | Korrekció | |
|-----------------|----|----|----|----|---------------------|-------|----|---------|-----|-----------|------|
| | h | m | s | | | fázis | h | CA | PA | A | B |
| 12 22 | 2 | 10 | 36 | be | 796 6,7 | 99 + | 33 | 83 D | 73 | +0,8 | -0,8 |
| 12 24 | 4 | 18 | 11 | ki | 79451 7,2 | 97 - | 33 | 44 D | 236 | +1,0 | -0,3 |
| 12 25 | 2 | 32 | 2 | ki | 97869 7,4 | 92 - | 56 | 31 D | 225 | +2,3 | +1,9 |
| 12 25 | 3 | 0 | 21 | ki | 1276 6,5 | 92 - | 53 | 50 D | 244 | +1,7 | +0,1 |
| 12 25 | 22 | 41 | 21 | ki | 1395 6,3 | 85 - | 40 | 55 D | 252 | +1,0 | +1,9 |
| 12 27 | 0 | 5 | 37 | ki | 99133 7,8 | 76 - | 41 | 45 D | 245 | +1,3 | +2,4 |
| 12 27 | 1 | 9 | 17 | ki | 99157 7,4 | 75 - | 49 | 23 D | 223 | +2,4 | +5,2 |
| 12 27 | 5 | 20 | 36 | ki | 99198 7,3 | 74 - | 43 | 72 D | 272 | +1,3 | -1,1 |
| 12 28 | 1 | 11 | 27 | ki | 118841 7,6 | 64 - | 39 | 51 É | 331 | +0,9 | -1,2 |
| 12 29 | 5 | 40 | 30 | ki | 1783 7,3 | 52 - | 43 | 14 É | 9 | -0,8 | -4,5 |
| 12 30 | 3 | 25 | 17 | ki | 139227 7,7 | 41 - | 34 | 52 É | 331 | +0,7 | -1,1 |
| 12 30 | 4 | 14 | 4 | ki | 139236 7,1 | 41 - | 37 | 78 É | 305 | +1,3 | -0,5 |
| 12 31 | 0 | 59 | 22 | ki | 2005 7,0 | 32 - | 4 | 74 É | 308 | +0,1 | +0,3 |
| 12 31 | 4 | 58 | 57 | ki | 139729 8,2 | 31 - | 32 | 51 D | 253 | +2,2 | +1,4 |

Évforduló

50 éve indították az Apollo-8-at: az első emberek a Hold körül

Az űrverseny fokozódása miatt a NASA úgy döntött, hogy a tervezett D típusú repülést, a holdkomp kipróbálását egyből továbbfejleszti, és az Apollo-8 űrhajóval már egy E típusú repülés keretében Hold körüli pályára kell állni. A felbocsátás 1968. december 21-én történt, két nappal később az űrhajósok a Hold gravitációs mezejébe léptek. A Holdat tízszer kerültek meg, éppen karácsonykor, a tévéközvetítésben a Teremtés könyvét olvasták az űrhajósok a Bibliából, miközben milliók láthatták először élőképen a Holdat közvetlen közelről. Az űrhajósok december 27-én tértek vissza teljes sikert hozó küldetésükből.



Jupiter-holdak

| nap | UT h:m | hold | jelenség |
|-----|-----------|--------|----------|
| 17 | 5:10,5 | Io | áv |
| | 5:32,1 | Io | ev |
| 24 | 4:53,3 | Io | ák |
| | 5:21,2 | Io | ek |
| 25 | 4:54,6 | Io | mv |
| 30 | 4:54,7 | Europa | ev |

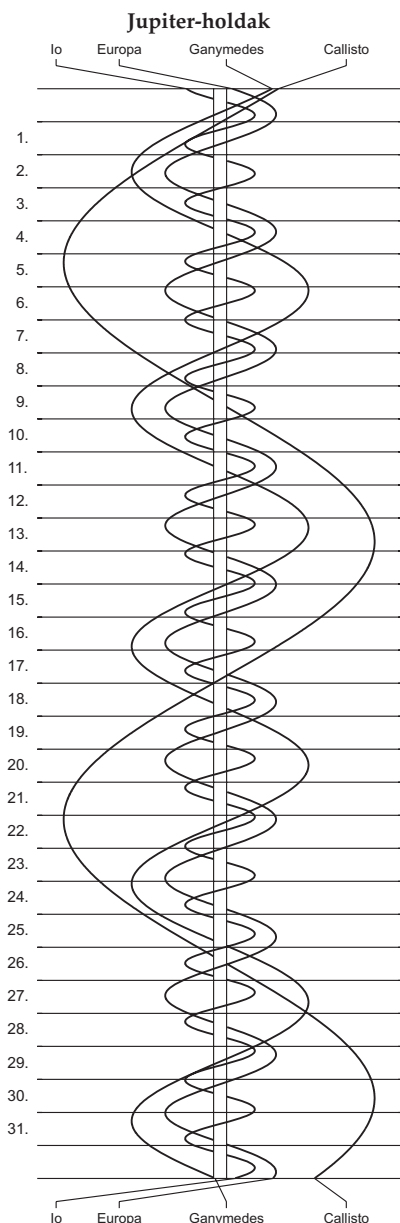
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

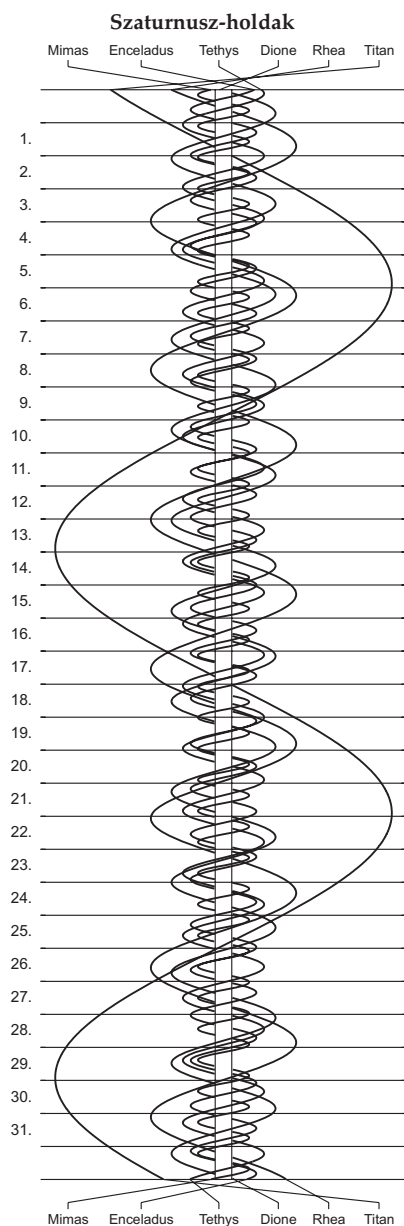
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





CIKKEK

PETROVAY KRISTÓF

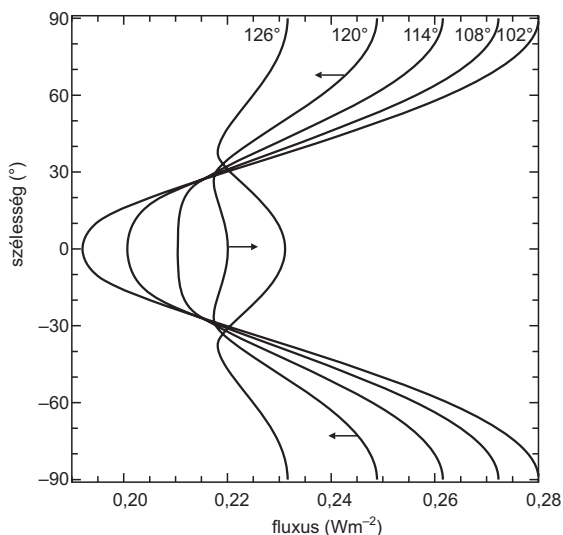
A jégkorszakok csillagászati okai

Bevezetés: a jég világi

Amikor a New Horizons űrszonda 2015-ben elkészítette első, szenzációszámba menő felvételeit a Plútóról, a várt, kráterek szabdalta táj helyett különös, geológiailag fiatalnak tűnő felszín tárult elénk (Kereszturi 2016). A legszembeötlőbb képződmény a sajtóban „a Plútó szívének” elkeresztelt fényes alakzat volt, szakmai körökben használt hivatalos nevén a Sputnik Planitia. A spektrális vizsgálatok alapján egyértelmű, hogy ez egy hatalmas jégpajzs vagy gleccser, amely egy mélyedést tölt ki. Az efféle képződmények eredetének magyarázatára a planetológusok első reflexe rendszerint a „nagy becsapódás”; a Plútó esetében azonban már rámutattak, hogy a felszín behorpadását maga a jégtömeg súlya fogja szükségyszerűen előidézni – ez a jelenség földi jégpajzsok esetében is ismeretes, például Grönlandon.

A jég fogalmát itt egyébként kissé pontosítanunk kell. A planetológiában jegeken általában a szobahőmérsékleten folyékony vagy szilárd halmazállapotú, jellemzően a H, C, N, O elemekből felépülő illó anyagok (H_2O , CH_4 , NH_3 , CO_2 , CO) szilárd fázisát értjük. Ezek olvadáspontja azonban nagyon változatos. A külső Naprendszer égitestjein, köztük a Plútón olyan hideg van, hogy a közönséges vízjég például állandóan szilárd kőzetalkotó, ezért tektonikai szempontból jégnek inkább csak az adott bolygó viszonyai között többféle halmazállapotban előforduló anyagok szilárd fázisa nevezhető. A Plútó esetében a „jég” a légkör fő összetevője, a nitrogén szilárd fázisát jelenti.

A Plútó óriási jégpajzsának eredetére mára meggyőző magyarázatot sikerült találni (Barr 2016, Bertrand és társai 2016, Hamilton és társai 2016). Ismeretes, hogy a törpebolygó pályája erősen excentrikus. Napközelség idején a nyári félteke felszínéről elpárolgó szilárd nitrogén egy igen ritka nitrogénléggkört képez, amely a keringés későbbi fázisában ismét



1. ábra. Az évi átlagos inszoláció a Plútón a bolygórajzi szélesség függvényében, a tengelyferdeség különböző értékei mellett. A 90 fok feletti tengelyferdeség a rotáció retrográd irányára utal (Hamilton és társai 2016 nyomán).

kicsapódik a felszínen. A párolgás–kicsapódás ciklus során a jég fokozatosan felgyűlik a bolygó felszínének leghidegebb részén. A Sputnik Planitia tehát több tekintetben egy sarki jégsapka jellemzőit mutatja, csakhogy a bolygó sarkvidékei helyett 30 fok körüli északi szélességen találjuk! Ennek magyarázatát az 1. ábra adja meg: a bolygófelszín egységnyi felületét érő szoláris besugárzás (inszoláció) éves átlaga a Plútóra jellemző 120 fok körüli tengelyferdeség mellett nem a sarkvidékeken, hanem éppen a 30 fok körüli szélességeken minimális. A kialakult jégpajzs következtében a bolygó tömegeloszlása megváltozott, így a Charon árapályereje okozta forgatónyomaték megváltoztatta forgási állapotát, és a bolygó egész felszínén árkok és hegységek képződéséhez vezethetett, ami megmagyarázhatja a meglepő felszíni alakzatokat.

A Plútó esete tovább erősíti azt az utóbbi évtizedek kutatásai nyomán egyre általánosabb érvényűnek látszó következtetést, hogy a Naprendszer legtöbb égitestjének fejlődésében és felszíni viszonyainak kialakításában a felszíni jégtakaró változásai meghatározó szerepet játszottak. Nem kivétel ez alól Földünk sem. A paleoklimatológiai vizsgálatok szerint ugyan a földtörténet legnagyobb részében állandó jellegű jégtakaró bolygónkon

1. táblázat. Jégkorok a Föld történetében

| név | eljegesedés kezdete és vége (millió éve) |
|-----------------|---|
| Neogén | 34– |
| Permokarbon | 360–260 |
| Szilur | 450–420 |
| Kriogén | 850–630 |
| Huron | 2400–2100 |
| Mezo-archaikumi | 3200–2800 |

Az állandó jégtakaró megjelenését és eltűnését jelző dátumok bizonytalanok

még a sarkvidékeken sem létezett; mindazonáltal a *jégkorok*ként ismert kiterjedt, több tízmillió éves időszakokban, változó terjedelmű, állandó jellegű jégtakarók jelennek meg, amelyek maradandó hatást gyakorolhattak nemcsak a felszíni viszonyokra, de akár az élővilág fejlődésére is (1. táblázat). Az 1. táblázatban felsorolt három legrégebbi jégkor erősebb eljegesedései idején a jégpajzs egyes adatok szerint még a trópusi szélességekre is kiterjedhetett („hógolyó Föld”).

Az ilyen, általános értelemben vett jégkorok kialakulásához és lezárulásához vezető okok tisztázatlanok, de valószínűleg nem csillagászati természetűek. A szóban forgó, több százmillió éves léptékeken elsősorban a kontinensvándorlás hatásai veendő figyelembe. Az állandó jégtakaró kialakulását segíti, ha a sarkvidékeken szárazulatok vannak jelen, amelyek a jégpajzshoz szilárd alapzatot biztosítanak. A szárazföldek és tengerek eloszlásának változása befolyásolja a bolygó albedóját is. Mindemellett a globális klíma hosszú távú változásai összefügghetnek a légköri üvegházhatásban a vulkáni tevékenység vagy a biológiai evolúció által okozott változásokkal is.

Orbitális moduláció

Az egyes jégkorokon belül ugyanakkor a jégtakaró kiterjedése szüntelenül változott: eljegesedések (glaciálisok) és interglaciálisok váltották egymást, 10^4 – 10^6 éves időskálán. Az eljegesedések, avagy a szűkebb értelemben vett jégkorszakok ritmusának szabályozásában viszont már meghatározó szerepet játszanak a csillagászati tényezők, jelesen a Föld pályaelem-változásai és a felszíni inszoláció mértékének és eloszlásának ezzel összefüggő

ingadozásai: az *orbitális moduláció*. Ennek hatása – mint a Plútó fent tárgyalt példája is mutatja – nem mindig kézenfekvő, ami a pontos hatásmechanizmust illetően a mai napig heves vitákat vált ki.

A földpálya körtől való csekély eltérése folytán bolygónk naptávolsága és ezzel együtt a Földet érő szoláris besugárzás erőssége az év során valamelyest változik. Pusztán ennek a hatásnak a figyelembevételével a déli félteke tele valamivel hosszabbnak és hidegebbnek adódik, mint az északié: a 19. század első felében Adhémar francia kutató ennek tulajdonította az Antarktisz teljes eljegesedését. A lapult Föld forgástengelyének a Nap és a Hold gravitációs hatására végzett precessiója következtében ugyanakkor bő tízezer évvel ezelőtt az északi félteke tele lehetett hidegebb, ezért – okoskodott tovább Adhémar – ekkoriban az északi félteke volt eljegesedve.

Az ötlet rövid életű buboréknak bizonyult: Lyell, majd nyomában Humboldt is rámutatott, hogy a téli aphélium idején a Földet érő napsugárzás gyengébb ugyan, és a tél összességében tovább tart, a két hatás azonban Kepler 2. törvénye alapján éppen kiegyenlíti egymást, azaz a tél (és ugyanígy a nyár) folyamán az északi és a déli félteke összességében ugyanannyi napenergiát kap. A nyáron beérkező sugárzási energia tehát a két féltekén ugyanannyi jég megolvasztására elegendő. Rövidesen látni fogjuk, hogy ennek az egyszerű jelenségnek az orbitális moduláció mai elméletei szempontjából is jelentősége van.

A későbbiekben kiderült, hogy a forgástengely helyzete (az egyenlítő felszállócsomó-hossza) mellett bolygónk más forgási és pályaelemeiben is perturbációkat okoz más égitestek gravitációs hatása. A Föld és a Nap átlagos távolsága, azaz a földpálya fél nagytengelye ugyanakkor csak elenyészően kis mértékben változik, így a Földet egy év során összességében elérő szoláris besugárzás mennyisége közel állandó. A többi orbitális paraméter változása eszerint csupán a besugárzás hely és idő szerinti eloszlását módosítja a Föld felszínén. Ennek ellenére, Adhémar eredeti javaslatánál kifinomultabb gondolatmenetek alapján több kutató is arra a következtetésre jutott, hogy a pályaelem-változások befolyásolhatják az éghajlatot. Az ilyen elméletek csúcspontját a 20. század derekán Milanković jól ismert teóriája jelentette (Milankovitsch 1941). Érdemes hangsúlyozni, hogy a Milanković-elmélet az *orbitális modulációs elméleteknek* csupán egyik, bár leggyakrabban tárgyalt képviselője. (Az elmélet keletkezésének érdekes, magyar vonatkozásokban is gazdag körülményeiről lásd Major 2006.)

Milanković „kánonja”, azaz szabálykönyve szerint az eljegesedések (glaciálisok) és interglaciálisok ritmikus váltakozását a jégkor folyamán az északi szélesség 65. foka tájékát a nyári napforduló idején érő szoláris besugárzás (északi nyári inszoláció) határozza meg. A nyár heve ugyanis

a télen leesett hó olvadásának okozója, így ettől függ, hogy az előző télen keletkezett mennyiségnél több vagy kevesebb jég marad a következő télre. Az inszoláció időbeli változását pedig alapvetően három pályaelem változása modulálja:

- a precesszióval összefüggő változás, amely a 19–23 ezer év tartományban mutat több periódust,
- a Föld tengelyferdeségének 41 ezer év periódusú ingadozása, és
- a földpálya excentricitásának ingadozása, amelynek fő periódusa igen hosszú, 405 ezer év, de emellett jelentős másodlagos periódusokat is mutat 95, 99 és 124 ezer év periódussal. Ez a hatás a precessziós változás amplitúdóját modulálja.

Az 1960-as, 70-es évektől terjedő precíz rétegtanon alapuló paleoklimatikus vizsgálatokban lépten-nyomon a fentiekhez közel álló markáns periodicitásokra bukkantak. Ezek jelenlétét a perióduskeresés matematikai módszerei, így a Fourier-analízis is megerősítik: a klímaváltozási idősorok teljesítményspektrumában¹ markáns, éles csúcsok mutatkoznak 23 000, 41 000, 100 000 és 400 000 év környékén. Ennek nyomán a korábbi idegenkedés után az orbitális modulációs elméletek az 1970-es évektől általánosan teret nyertek a klímakutatásban.

A paleoklimatikus adatsorok

A földtörténeti múltban uralkodó éghajlati viszonyokról a legtöbb információt az alábbi, az utóbbi évtizedekben kifejlesztett módszerekkel szereztük.

(1) *Tengermélyi üledéksorok.* Egyes vízmolekulák az oxigén 18-as tömegszámú izotópját tartalmazzák a szokásos 16-os helyett. Nagyobb tömegük miatt ezek nehezebben illannak el, így a tengerből elpárolgott vízpára kicsapódásából eredő édesvizzekből és szárazföldi jégpajzsokból hiányoznak. Amikor tehát a szárazföldi jégtakaró térfogata megnő, az óceánok maradék vize ¹⁸O-ban feldúsul. Az oxigénatomok beépülnek a tengerben élő egyes organizmusok meszes vagy éppen kvarcos vázába, a vázak pedig a gazdalények pusztulása után a tengerfenék üledékét gyarapítják. Az óceán mélyén végzett mélyfúrással kinyert üledéksorokban megmérve az egyes rétegek ¹⁸O-tartalmát tehát a szárazföldi jégtakaró változásaira

¹ A teljesítményspektrum leegyszerűsítve azt mutatja, hogy ha egy függvényt különböző hullámhosszúságú szinuszgörbék összeadásával próbálunk reprodukálni, az egyes periódusok mekkora négyzetes amplitúdóval lesznek jelen a legjobb rekonstrukcióban.

következtethetünk. A módszerrel több millió évig visszanyúló éghajlati adatsorokat sikerült nyerni. A világóceán több tucat pontjáról állnak rendelkezésre rétegsorok; többségük a trópusi övezetben fekszik.

(2) *Jég fúrómagok.* Grönlandon és az Antarktiszon végeznek olyan vizsgálatokat, amelyek során a kiemelt, akár kilométer hosszúságú fúrómagokban a jég éves rétegződése alapján a mélységet korra számítják át, az egyes rétegekben pedig részben a jég, részben a belé fagyott légbuborékok kémiai és izotópos vizsgálatával következtetnek a kor légköri viszonyaira.

(3) *Cseppkőképződmények.* A cseppkövek a fák évgyűrűihez hasonló rétegződést mutatnak, ami ugyancsak lehetővé teszi a történetük során bekövetkezett klímaváltozások rekonstrukcióját.

Pliocén

Az utóbbi 5 millió év rekonstruált hőmérséklet-változásait a 2. ábra (lásd a színes mellékletben) összegzi. Látható, hogy az egész időszakra jellemző egy lassú, de folyamatos lehűlés. Ez a lehűlés valójában jóval korábban, több mint 40 millió éve, a forró eocén időszakban kezdődött, és az adatok szerint a légkör CO_2 -tartalmának csökkenése kísérte. Bár az erre az időszakra vonatkozó CO_2 -adatok bizonytalansága igen nagy, és a CO_2 mennyisége és a hőmérséklet között pozitív visszacsatolás áll fenn², a ma legáltalánosabb nézet mégis a légkör szén-dioxid-tartalmának csökkenésével magyarázza a harmadkorban bekövetkezett általános lehűlést. A CO_2 mennyiségének csökkenéséhez tektonikus okok vezethettek: ebben az időszokban a Tethys összezárultával gyengültek a lemeztektonikai mozgások, ugyanakkor a magashegyi fennsík (Tibet, Altiplano) kialakultával az erózióknak kitett hegyfelületekről a tengerbe mosódó ásványi anyagok az oldott szén-dioxiddal reagálva azt karbonátos kőzetek formájában megköthették, megnyitva az utat tovább légköri szén-dioxid-mennyiség óceáni tárolására.

Az évmilliók léptékű klímaváltozáshoz hozzájárulhattak más, a kontinensek változó elhelyezkedésével, illetve a változó növénytakaróval kapcsolatos okok is.

A lassan hűlő pliocén világ klímaingadozásai aránylag mérsékeltek voltak: a globális átlaghőmérséklet ± 1 kelvinen belül ingadozott (2. ábra). E kis léptékű moduláció teljesítményspektrumában is jól kimutathatók

² A hidegebb tengervíz több szén-dioxidot tud oldott formában tárolni, így a légköri szén-dioxid mennyisége az általános lehűlés során csökken, felmelegedés során viszont nő, ami fokozza a hőmérséklet-változás ütemét.

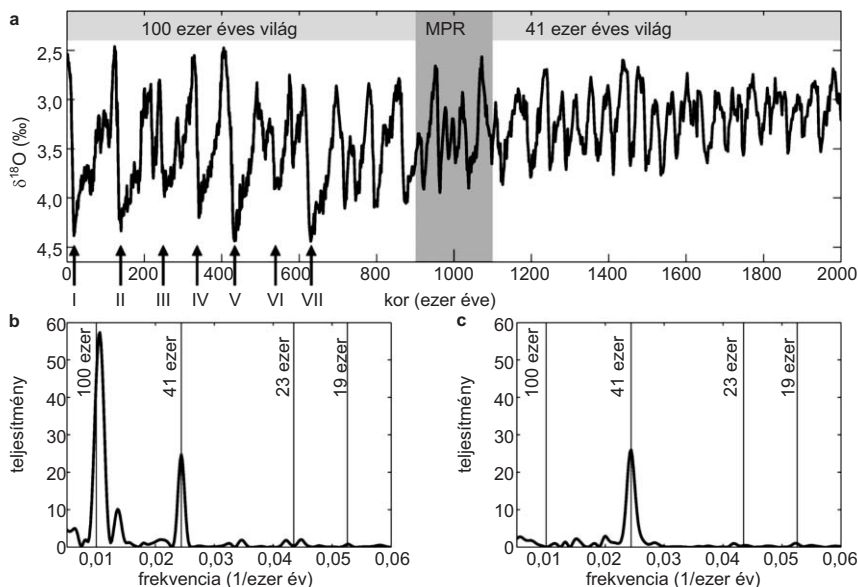
ugyanakkor a fent felsorolt, a Föld pályaelem-változásaiával kapcsolatos periódusok. Az utóbbi évek vizsgálatai megmutatták, hogy az excentricitás 400 ezer év körüli periodicitása a pliocén időszakban is markánsan megmutatkozik, a korábbi, oligocén és miocén időkben pedig egészen szembeötlő volt (Wang és társai 2010, de Boer és társai 2014). Mivel ezekben a korai periódusokban Földünk északi féltekéje jégmentes volt, az orbitális moduláció hatásmechanizmusának a Milankovič-féltől alapvetően különböznie kellett. A regionális adatok arra utalnak, hogy az excentricitás csekély ingadozásának hatását a trópusi, illetve szubtrópusi övben zajló folyamatok erősíthették fel, talán a karbonciklus és-vagy biológiai folyamatok közvetítésével.

Mint a 2. ábrából látható, mintegy két és fél millió éve a klímaingadozások hirtelen megnöttek: epizodikus, nagy lehűléssel járó eljegesedések (glaciálisok) következtek be, azaz megkezdődött az „igazi” jégkor, a pleisztocén. A fordulat oka ma még bizonytalan, de legvalószínűbben a globális óceáni cirkulációban bekövetkezett változásokkal függhet össze. A glaciálisokat az északi félteke jégtakarójának nagy kiterjedése jellemzi: az északi jégtömeg ilyenkor a délinek többszöröse, noha interglaciálisok idején (mint napjainkban) a helyzet éppen fordított. E jelenség oka egyszerűen az, hogy a jégtakaróhoz stabil alapot biztosító szárazulatok délen egy kis kontinensre szorítkoznak, míg északon a kisebb sarki óceánt minden oldalról nagy kiterjedésű kontinensek övezik. Az újabb adatok szerint ugyanakkor a pliocént lezáró lehűlés délről indult ki (MacKay és társai 2012, Knies és társai 2014, Rohling és társai 2014). Az Arktikus-óceán még 4 millió éve is jégmentes volt, míg az Antarktiszt ekkoriban már teljesen eljegesedett, s a jég 3,3 millió éve a Ross-tengerre is kiterjedt. A déli-sarki lehűlés folytán – a geosztrofikus egyensúly meteorológiából is jól ismert törvénye szerint – erősödni kellett az Antarktiszt körül folyó hideg áramlatnak, ami az óceánok közötti vízcseré fokozódásához, az Atlanti-óceán vizének lehűléséhez vezethetett. Az adatok 2,7 millió éve már az óceáni fenékvíz jelentős lehűlését mutatják, amit 2,15 millió éve az első eljegesedés követett.

Pleisztocén

A 3. ábra részletesebben mutatja az utóbbi 2 millió év klímaingadozásait, a glaciális és interglaciális időszakok ritmikus váltakozását.

Feltűnő az alsó és felső pleisztocén között, körülbelül egymillió éve bekövetkezett hirtelen változás: a kilengések amplitúdója és ciklusideje ettől kezdve hirtelen megnő. A 3. ábra alsó paneljein a ^{18}O -adatsor teljesít



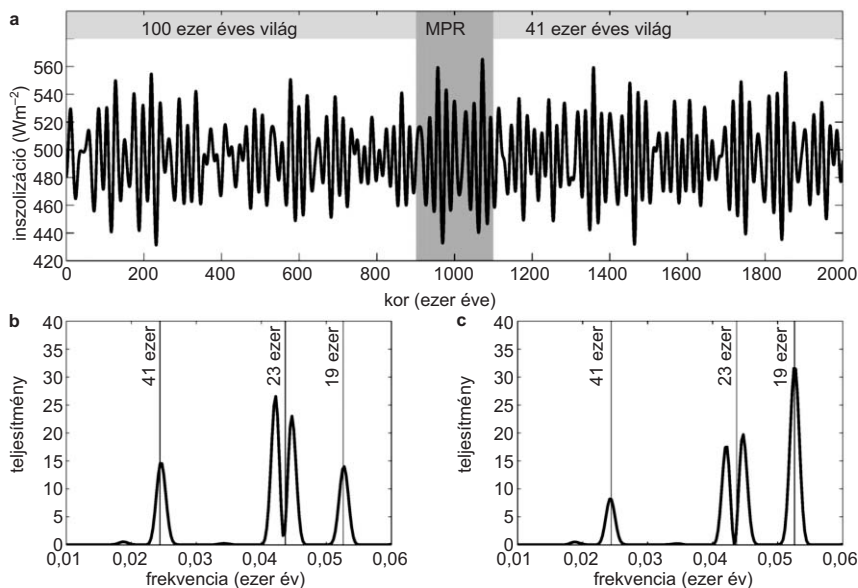
3. ábra. Fent: a ^{18}O izotóp gyakoriságának változása tengerfenéki üledékekben az utóbbi 2 millió évben. Lent: az adatsor teljesítményspektruma az időszak végére („100 ezer éves világ”), illetve elejére („41 ezer éves világ”) (Schulz és Zeebe 2006 nyomán).

ményspektruma látható két különböző időszakra. A 19 ezer, 23 ezer, 41 ezer éves és 100 ezer év körüli csúcsok markáns kiugrása itt is cáfolhatatlanul bizonyítja az orbitális modulációk meghatározó szerepét. Az egyes csúcsok relatív amplitúdója ugyanakkor élesen eltér a Milankovič-elmélet jóslatától (4. ábra). Az elmélet kulcsmennyisége, az északi nyári inszoláció a 19 ezer és 23 ezer éves precessziós periódusoknál mutatja a legerősebb ingadozást, míg a 100 ezer év körüli excentricitási ciklusok hatása a besugárzásban alig érzékelhető. Ezzel szemben a tényleges klímadatokban a precessziós ciklus alárendelt szerepet játszik a tengelyferdeség 41 ezer éves periódusát követő változás mellett; az utóbbi egymillió évben pedig ezek mellett hirtelen megjelenik egy 100 ezer év körüli domináns éghajlati ciklus.

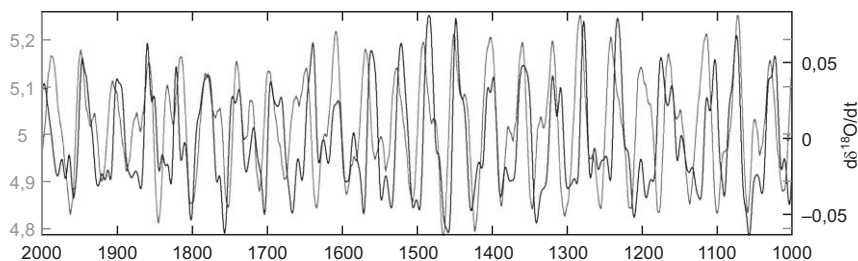
A periódusok egybeesése a Föld pályaelemeinek változásában mutató ciklusossággal önmagában nagyon erős statisztikai bizonyíték az orbitális moduláció éghajlatváltozásban betöltött kulcsszerepe mellett a vizsgált 10^4 – 10^5 éves időskálákon (Huybers és Wunsch 2005, Kaufmann és

Juselius 2010). Ugyanakkor a jósoltól erősen eltérő amplitúdóarányok arra utalnak, hogy az orbitális moduláció pontos mechanizmusa a Milanković-féltől alapvetően eltérhet. Az eltérésekhez persze hozzájárulhatnak az éghajlati rendszer összetett nemlineáris visszacsatolásai is (lásd például a karbonciklussal kapcsolatos 2. lábjegyzetet), amelyek fontosságát az éghajlati ciklusok profiljának szinuszos alaktól való erős eltérése, aszimmetriája is tanúsítja. Az eljegesedések során rendszeren egy fokozatos lehűlésnek vet véget egy hirtelen, erős felmelegedés, amelynek kezdete jelöli ki az egyes glaciálisok *terminációját* (véget érési pontját). A terminációk jól definiált volta miatt a legtöbb elméleti erőfeszítés ezek időpontjának reprodukálására irányult.

A 41 ezer éves tengelyferdeségi ciklus uralkodó szerepét az alsó pleisztocén időszakban vonzó egyszerűséggel magyarázza Huybers modellje (Huybers 2006). Az alapgondolat szerint a nyáron elolvadó jég mennyiségét a Milanković-féle elmélettől eltérően nem egyszerűen az inszoláció csúcsértéke határozza meg, hanem az a teljes, integrált hőmennyiség,



4. ábra. Fent: a nyárközépi szoláris besugárzás változása az északi szélesség 65. fokán az utóbbi 2 millió évben. Lent: az adatsor teljesítményspektruma az időszak végére („100 ezer éves világ”), illetve elejére („41 ezer éves világ”) (Schulz és Zeebe 2006 nyomán).



5. ábra. Az ^{18}O izotóp mennyiségének időderiváltja (azaz a jég tömeg évenkénti csökkenése) (fekete), illetve a nyár folyamán beérkező négyzetméterenkénti sugárzási energia változása (szürke, GJ egységekben) a 65. szélességi fokon a korunkat megelőző második évmillió során (Huybers és Wunsch 2005 nyomán).

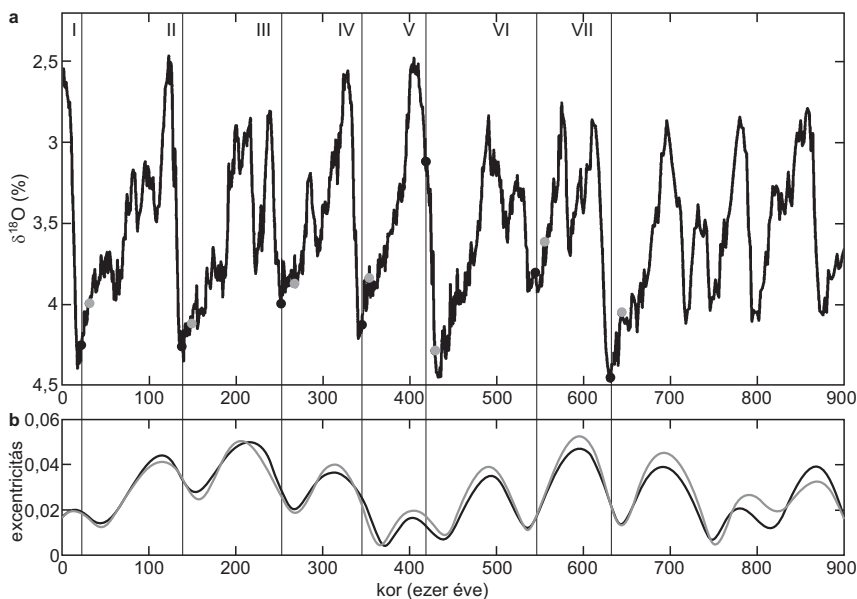
amely a nyár folyamán a jégfelületet éri. A „nyár folyamán” kifejezés itt arra az időszakra utal, amikor az inszoláció elegendően erős a jég megolvasztásához. A fentebb, az Orbitális moduláció című szakaszban vázolt okokból pedig ez a hőmennyiség a déli és északi féltekén nagyjából azonos, és független a precessziós ciklustól. A tengelyferdeség 41 ezer éves ingadozása ugyanakkor ezt a beérkező hőmennyiséget mindkét féltekén egyidejűleg modulálja. Az integrált hőmennyiség változása Huybers számításai szerint igen jól leírja a korai pleisztocén klimatikus változásait (5. ábra). A „41 ezer éves világ” értelmezése tehát az egész, igen komplex és kevésbé értett problémakör legtisztábbnak tűnő fejezete.

Az utóbbi évmillió 100 ezer éves ciklusidejű változásainak értelmezésénél azonban Huybers elmélete csődöt mond. Ma gyakran azzal próbálják a domináns 100 ezer éves periodicitást értelmezni, hogy a karbonciklussal kapcsolatos nemlineáris éghajlati visszacsatolás miatt a nyári inszoláció csak a jég takaró kellő megvastagodása után, minden második–harmadik tengelyferdeségi ciklusban képes terminációt előidézni. Nem világos azonban, hogy akkor az alsó pleisztocén kevésbé hideg klímájában miért volt erre képes; illetve, hogy ez esetben miért mutatkozik aránylag jó fáziskohérenca az excentricitási ciklus és a felső pleisztocén eljegesedések között (6. ábra).

Az orbitális moduláció gyökeresen új mechanizmusát javasolta a száz-ezer éves ciklusok értelmezésére Muller és MacDonald (1997). A Milankovics-elméletben is szerepet játszó paraméterek helyett egy további pálya-elem, a földpálya inklinációját vizsgálva kitudnik, hogy ennek változásában is mutatkozik egy 100 ezer éves periódus. Az inklináció a Föld pályasíkjának a Naprendszer középsíkjához viszonyított dőlésszögét adja meg.

Ennek változása akkor befolyásolhatja az (egész éves) inszolációt, ha a középsíkba (vagy más rögzített síkba) jelentős mennyiségű bolygóközi por kerül, például egy üstökös szétesésével. Egy ilyen esemény 1 millió évvel ezelőtti feltételezett bekövetkezése tehát elvben lehet oka a százezer éves éghajlati ciklusoknak. Az elméletet alátámasztja, hogy a százezer éves ciklusok a földi légkörbe bejutó bolygóközi por mennyiségét mutató izotópok gyakoriságában is megmutatkoznak. Az inklinációs elmélettel kapcsolatban később több ellenvetés merült ugyan fel (Winckler és társai 2004), de végleg kizárni még korai volna.

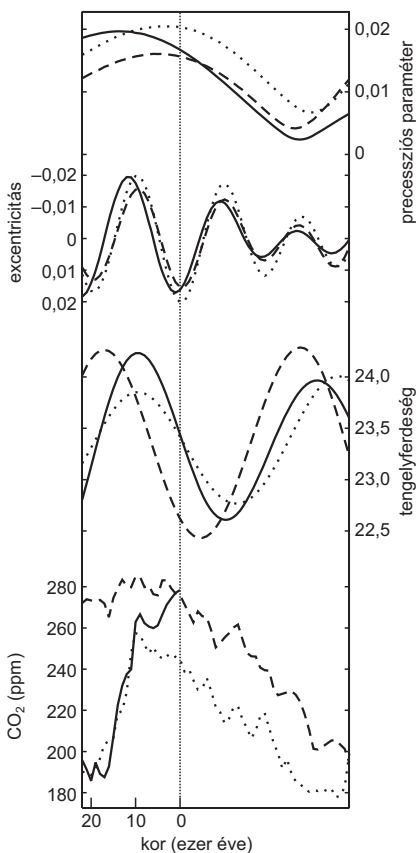
A Milanković-elméletben a 100 ezer éves excentricitási ciklus tulajdonképpen a precessziós ciklus burkológörbéje, azaz annak amplitúdóját modulálja. A ciklus excentricitással kapcsolatos eredetét ezért alátámasztja, hogy a felső pleisztocénban a precessziós ciklus amplitúdója is megnő a paleoklimatikus adatsorok teljesítményspektrumában, noha továbbra is gyenge. A Milanković-elmélet védelmében Kawamura és társai (2007) felhozzák, hogy az adatok szerint a terminációk az utóbbi félmillió évben



6. ábra. Fent: a ^{18}O izotóp gyakoriságának változása tengerfenéki üledékekben az utóbbi 900 ezer évben. Lent: a földpálya excentricitásának változása ugyanezen időszakban (Schulz és Zeebe 2006 nyomán).

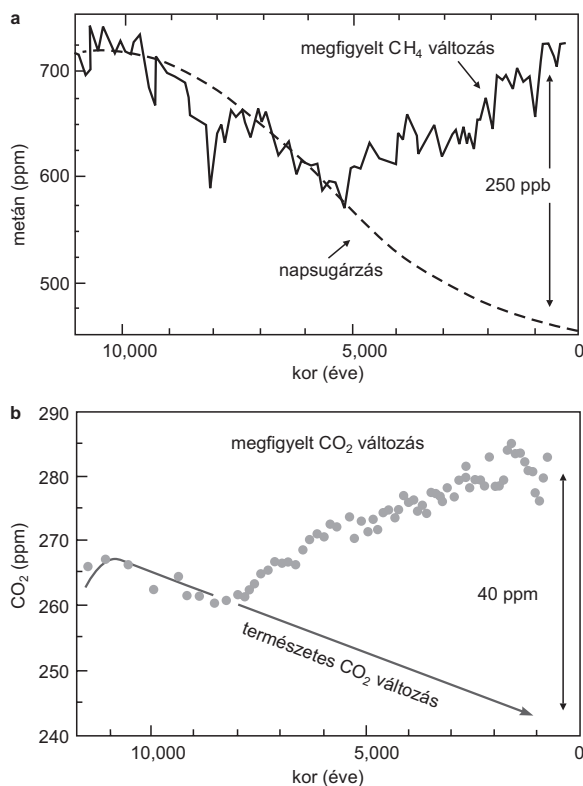
mindig az északi nyári inszoláció növekedése idején következtek be, a déli féltekén pedig az északihoz képest néhány évezred fáziskéséssel kezdődtek. Ez arra utalna, hogy Milanković helyesen vélte úgy, hogy a jégkorszaki északi jégtakaró hatalmas tömege folytán a klímaváltozásokat ennek olvadása vagy terjeszkedése határozhatta meg. Schulz és Zeebe (2006) ugyanakkor a terminációk feltételeit vizsgálva azt találták, hogy a terminációk idején az északi és déli féltekén az inszoláció egyszerre nő, mégpedig az északin a délihez képest fáziskéséssel. (Elméletüket, a kánon szó zenei másodjelentésére utalva, inszolációs kánonnak nevezik a fáziskésés miatt.) Újabb adatok azonban pontosították a terminációs időpontokat (Jouzel és társai 2007, Drysdale és társai 2009), s ezek alapján már sem a Milanković-féle szabály, sem az inszolációs kánon nem használható.

Miután a mai napig nem sikerült olyan szabályrendszert, azaz kánont találni, amely a jégkorszakok ritmusára univerzálisan alkalmazható lenne, az utóbbi időben az egyes terminációk közötti analógiákra koncentrálnak próbálnak a kutatók a megfejtéshez kulcsot találni. Legjobban természetesen a legutóbbi eljegesedés 18 ezer éve kezdődött terminációját ismerjük, így érdeklődésre tartanak számot ennek korábbi orbitális analógonjai – azok a terminációk, amelyek során a pályaelemek az utolsóhoz hasonló változást mutattak. Drysdale és társai (2009) például az utolsó két terminációt egybevetve azt találták, mindkettő a tengelyferdeségi ciklus azonos fázisában



7. ábra. Az utolsó (I. sz., folytonos feketével) termináció és két analógonja (V., pöttyözött és IX., szaggatottan) időbeli lefolyása egymásra vetítve. Fent a pályaelemek, lent a légköri szén-dioxid mennyiségének változása a terminációk során (Ganopolski és társai 2016 nyomán).

következett be, a nyári besugárzás értéke pedig a két terminációban féltékénként körülbelül megegyezett (a déli féltekén volt magasabb). Mások (Giaccio 2015, Ganopolski és társai 2016) a legjobb analógonokat egy 400 ezer és egy 790 ezer évvel ezelőtti terminációban találják meg (7. ábra), amelyek során minden pályaelem teljesen hasonló fejlődést mutatott az utolsó terminációéhoz. A klimatikus adatsorokat egymásra helyezve arra a következtetésre jutnak, hogy csupán az orbitális moduláció vezérelte természetes trendeket figyelembe véve új jégkorszak állna a küszöbön! Ettől azonban, úgy tűnik, éppen csak „megmentett” bennünket az ember természetátalakító tevékenysége. Az utóbbi 5000–8000 évben ugyanis az



8. ábra. A metán és a szén-dioxid mennyiségének változása az utóbbi tízezer év során, a korábbi interglaciálisok alapján várt trendek rávetítésével (szaggatotttal, illetve nyíllal jelölve) (Ruddiman és társai 2005 nyomán).

üveggházhatású gázok (CO_2 és metán) mennyiségének változása a légkörben eltért a korábbi mintáktól, és ismét növekedésnek indult, minden bizonnyal az ember mezőgazdasági tevékenysége (irtásos-égetéses földművelés, rizstermesztés, állattartás) folytán (8. ábra). Ennek köszönhető tehát a utóbbi évezredekben tapasztalt, a pleisztocén során példa nélkül állóan stabil klíma. Jogos ezért a szóban forgó, új geológiai korszakot (a korábban önkényesen definiált holocén helyett) *antropocén*nek nevezni.

Zárszó

Egy korábbi cikkünkben már foglalkoztunk az éghajlat legfeljebb százéves távlatban bekövetkező változásaival (Petrovay 2014). Láttuk, hogy az ezt meghatározó természetes tényezők között is szerepel egy csillagászati jelenség, a naptevékenység, amelynek alakulása az évtizednél hosszabb léptékű éghajlatváltozás legfőbb természetes meghatározója (bár a légköreán rendszer belső folyamatainak szerepét is vitatják). Jelen cikkben viszont az orbitális moduláció szerepét vizsgáltuk, amely 10^4 – 10^6 éves léptékű változások esetében jelentős. A figyelmes olvasónak feltűnhetett, hogy az emberi történelem léptékén zajló, több évszázados vagy évezredek folyamatait tárgyalása kimaradt. Ez nem véletlen, ugyanis az ilyen *szuborbitális* léptékű változások értelmezése az egész kérdéskör talán legkevésbé értett és legvitatottabb fejezete. (Márpedig aki az eddigieket figyelemmel követte, elismerheti, hogy ez azért már valami...) A kellő bátorság összegyűjtése után egyszer talán e problémakör magyar nyelvű bemutatásával is megpróbálkozhatunk.

További olvasmányok

Czelnai R.: A világoceán. Modern fizikai oceanográfia. Vince Kiadó, Budapest (1999)
Flannery T.: Időjárás-csinálók. Akkord Kiadó, Budapest (2006)
Gábris Gy., Marik M., Szabó J.: Csillagászati földrajz. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (1991)

Szakirodalmi hivatkozások

Barr A. (2016) Nature 540, 42–43.
Bertrand et al. (2016) Nature 540, 86–89.
de Boer B. et al. (2014) Nature Comm. 5, 2999.
Drysdales R. N. et al. (2009) Science 325, 1527–1531.
Ganopolski A. et al. (2016) Nature 529, 200–203.
Giaccio B. (2015) Geology 43, 603–606.
Hamilton D. P. et al. (2016) Nature 540, 97–99.

- Huybers P. & Wunsch C. (2005) *Nature* 434, 491–494.
- Huybers P. (2006) *Science* 313, 508–511.
- Jouzel J. et al. (2007) *Science* 317, 793–796.
- Kaufmann R. K. & Juselius K. (2010) *Clim. Past Discussions*, 6, 585–626.
- Kawamura K. et al. (2007) *Nature* 448, 912–916.
- Kereszturi Á. (2016) in *Meteor csillagászati évkönyv 2017*, 211–224.
- Knies J. et al. (2014) *Nature Comm.* 5, 5608.
- MacKay R. et al. (2012) *PNAS* 109, 6423–6428.
- Major Gy. (2006) *Léggör* 51, 20–23.
- Milankovitch M. (1941) *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*. Royal Serbian Academy, Belgrad.
- Muller R. A. & MacDonald G.J. (1997) *Science* 277, 215–218.
- Petrovay K. (2014) in *Meteor csillagászati évkönyv 2015*, 265–279.
- Rohling E. J. et al. (2014) *Nature* 508, 477–482.
- Ruddiman W. F. et al. (2005) *Quaternary Sci. Rev.* 24, 1–10.
- Schulz K. G. & Zeebe R. E. (2006) *Earth Plan. Sci. Lett.* 249, 326–336.
- Wang P. et al. (2010) *Earth Planet. Sci. Lett.* 290, 319–330.
- Winckler G. et al. (2004) *Quaternary Sci. Rev.* 23, 1873–1878.

MÉSZÁROS SZABOLCS

Az APOGEE égboltfelmérés

Az SDSS – rövid összefoglaló

A modern asztrofizika alapvetően két megfigyelési módszert használ a csillagok és galaxisok fejlődésének megértésére. Egyfelől egyedi objektumok célzott fotometriai vagy spektroszkópiai megfigyelései nagy apertúrájú távcsövekkel pontos képet adnak az adott objektum jelenlegi állapotáról, másfelől a kisebb távcsövekre szerelt nagy felbontású multiobjektum-spektrográfok lehetővé teszik sok hasonló galaxis vagy csillag egyidejű vizsgálatát és azok összehasonlítását egymással.

A második módszert használó Sloan Digital Sky Survey (SDSS) az 1990-es évek végén indult, és a csillagászat új korszakát hozta el azzal, hogy a Világegyetem egészének feltérképezését tűzte ki céljául. Az SDSS felmérésben kezdetben csak fotometriai mérések történtek, de második fázisában megjelent a spektroszkópia is. Az SDSS Legacy Survey keretében öt sávban végeztek fotometriai méréseket a legtávolabbi galaxisokról, és elkészítették a Világegyetem távoli részeinek első részletes térképét. A SDSS-II 2005-ben indult, és alacsony felbontású spektrumokkal egészítette ki a Legacy Surveyt, illetve az első, szintén alacsony felbontású spektrográfot használó projekt is elindult a Tejútrendszer feltérképezésére. A 2008-ban kezdődött SDSS-III már főleg a nagyobb felbontású spektroszkópiai megfigyelésekre koncentrált, amelyek során 1,2 millió galaxisról készült színkép. Cikkünk tárgya, az elsősorban a Tejútrendszer csillagait mérő Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment (APOGEE) is az SDSS-III részeként indult. Az SDSS jelenleg a negyedik szakaszában tart (SDSS-IV), de már az első háromban, 2014 végéig, több mint 3,5 millió csillagot, galaxist és kvázárt észleltek. Az összes észlelés a Sloan Foundation Arizonában található 2,5 méteres teleszkópjával készült.

Az SDSS negyedik szakasza 2014-ben kezdődött (1. ábra a színes melékletben), és 2020-ig tart. Három égboltfelmérő programból áll:

1. A Mapping Nearby Galaxies at APO (MaNGA) célja, hogy közeli galaxisok ($z < 0,03$) belső szerkezetét feltérképezze az integrált mező spektroszkópia nevű módszerrel. Ennek során a spektrográfba vezető optikai szálakkal teljesen lefedik az adott galaxist, így annak minden részéről alacsony felbontású spektrumot készítenek. Az így készült térképek több mint 10 000 galaxisra lesznek elérhetők, nagyjából 65 km/s sebesség- és 1-2 kpc térbeli felbontással.

2. Az extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (eBOSS) egy korábban az égboltfelmérő program keretében kevésbé vizsgált vöröseltolódási tartományt ($0,6 < z < 2,2$) célzott meg. 2020-ig közel 900 000 galaxist és kvazárt észlel majd, és ezzel az eBOSS adatai tovább segítik a Világegyetem tágulásának és jelenlegi szerkezete kialakulásának pontosabb megismerését.

3. Az APOGEE-2, amelyről ebben a cikkben számolunk be részletesen.

Tudományos háttér és más spektroszkópai égboltfelmérő programok

A galaktikus archeológia a Tejútrendszerünk történetével foglalkozik, és az utóbbi években ugrásszerű fejlődésnek indult. Ha meg akarjuk érteni Galaxisunk fejlődését és történetét, akkor elsősorban annak csillagait kell megfigyelnünk. A csillagok fizikai paraméterei és köztük talán a szempontból a legfontosabb, a kémiai összetételük, magukon hordozzák az előző csillagpopuláció nyomait, így árulkodva kialakulásuk körülményeiről. Ennek oka, hogy a csillagok a magjukban történő termonukleáris fúzió során létrehozott nehezebb elemeket életük végén szétszórják a csillagközi térben. Ez az új anyag aztán a csillagkeletkezési régiókban lévő gázzal keveredik, és feldúsítja azt, ezért a következő generációs csillagok kémiai összetétele már fémekben gazdagabb lesz. Ennek eredményeként a legöregebb, Tejútrendszerünk halójában található csillagok nagyon fém-szegények, míg a korongban található fiatalabb csillagok (mint a mi Napunk is) pedig fémekben gazdagabbak. A legfontosabb elemek azok, amelyeket a fúzió a legnagyobb mennyiségben legyárt, tehát a szén, nitrogén, oxigén, az α -elemek (Mg, Si, S, Ca, Ti) és a vas.

A csillagok színképéből nemcsak azok effektív hőmérséklete és felszíni gravitációjának mértéke, hanem a légkört alkotó anyag kémiai összetétele is meghatározható. Ennek alapja, hogy az egyes elemek a rájuk jellemző, meghatározott hullámhosszú fényt elnyelik, így a színképben sötét vonalak jelennek meg. Ezeknek a vonalaknak a mélysége és szélessége függ

azon környezet fizikai körülményeitől, ahol a vonalak létrejöttek, és természetesen magától az anyagmennyiségtől. Ez teszi lehetővé, hogy a csillagok légkörének fizikai állapotát és összetételét megismerjük, és a csillag fejlődési történetére következtessünk.

A nagy felbontású multiobjektum-spektrográfok gyors terjedésével az elmúlt 10-15 évben lehetővé vált, hogy több száz csillagról egy időben készíthessünk rendkívül részletes színeképeket. Ennek eredményeként indultak el az első galaktikus archeológiai projektek, amelyek még viszonylag kis felbontású ($R < 7000$) színeképeket készítettek. A már lezárt programok közé tartozik a RAVE, a SEGUE-1 és a SEGUE-2, ez utóbbi kettő az SDSS-II és SDSS-III részeként működtek. Az ARGOS és a LAMOST jelenleg is működnek kis felbontással, azonban több százezer csillagot észlelve. A Gaia-ESO és a GALAH már mind $R > 10\,000$ felbontású spektrográfot használnak, és főként a déli égboltot térképezik fel. A nagy felbontásnak tulajdonítható, hogy az utóbbi két égboltfelmérés már közel 20 elem koncentrációját képes meghatározni, illetve az effektív hőmérséklet és fémtartalom (vagyis az összes héliumnál nehezebb kémiai elemnek a csillagbeli hidrogénhez viszonyított aránya) meghatározásának pontossága is sokat javult a korábbi programokéhoz képest.

Ezen égboltfelmérő programok közös tulajdonsága, hogy mindegyik az optikai tartományban működő spektrográfot használ, így a Tejútrendszer síkjában, illetve a központ felé, ahol a nagy mennyiségű por kitakarja Galaxisunk nagy részét csak igen korlátozottan használhatók. A Tejútrendszer egészének szisztematikusan vizsgálatához az infravörös sávban működő nagy felbontású spektrográf szükséges.

Az APOGEE

Az Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment (APOGEE) 2011 és 2014 között működött az SDSS-III részeként, és a korábbi hasonló programoktól eltérően úgy tervezték, hogy a Tejútrendszer porral eltakart részeit is észlelni tudja. A kezdetben körülbelül 20 emberből álló csapat mostanra több mint 80 főre gyarapodott, ami mutatja az APOGEE sikerességét. A cél a Tejútrendszer szerkezetének és fejlődésének feltárása a csillagok fizikai paramétereinek – effektív hőmérséklet (T_{eff}), felszíni gravitációs gyorsulás ($\log g$), fémtartalom ($[M/H]$) és 25 elem koncentrációjának – nagy pontosságú meghatározásával. Ahogy a korábbi SDSS programok, az APOGEE is a 2,5 méteres APO-teleszkópra (2. ábra a színes mellékletben) szerelt új spektrográfot használta, ami

egyedülálló módon a közeli-infravörös H-sávban működik. Ezzel az APOGEE az első spektroszkópai égboltfelmérő projekt, amely nem az optikai tartományban végzi észleléseit. Mint említettük, a közeli-infravörös tartománynak komoly előnye van, hiszen a Tejútrendszerben található nagy mennyiségű por sokkal átlátszóbb itt, mint látható hullámhosszakon. Ez lehetővé teszi a Tejútrendszer korongjának és központjának pontosabb tanulmányozását.

Az APOGEE 2014-ig összesen 500 000, 1,51 és 1,7 μm közé eső, nagy felbontású ($R = 22\,500$) spektrumot készített 146 000 csillagról. A színképek kitűnő jel-zaj aránya ($S/N > 100$) teszi lehetővé a csillagok fizikai paramétereinek és kémiai összetételének igen pontos meghatározását. Az APOGEE-2 egyenes folytatása ennek a programnak, a 2020-ig tartó időszakban közel 500 000 csillagot fog észlelni (3. ábra a színes mellékletben). Az APOGEE-2 újdonságai közé tartozik, hogy a Chilében lévő Las Campanas 2,5 méteres távcsövére egy új, de az APO-ban használt spektrográffal megegyező műszert szerelnek fel. Ezzel a bővítéssel mind az északi, mind a déli égbolt elérhetővé válik, azaz az APOGEE jelenleg az egyetlen nagy felbontású spektroszkópai égboltfelmérő program, amely ténylegesen a Tejútrendszer egészét eléri. Ez az elkövetkező években példátlan adatokhoz juttatja a csillagászokat, hiszen jelenleg még tervben sincs más hasonló program a következő évtizedre. Az egyszerűség kedvéért ezentúl az APOGEE említésekor mindkettőt értjük alatta.

Az APOGEE fő tudományos céljai

1. A Tejútrendszer szerkezetét és kémiai fejlődését leíró modellek pontosítása érdekében közel 500 000 csillag fizikai paramétereinek és közel 25 elem koncentrációjának meghatározása. Ebből a szempontból a legfontosabb elemek a szén, nitrogén és oxigén, illetve olyan elemek, amelyek a csillagfejlődésre különösen érzékenyek.

2. Nagy pontosságú (<150 m/s) radiális sebességek mérése, a galaktikus korong, haló, központi dudor mozgása és szerkezete felderítésének érdekében.

3. Az APOGEE képes a Tejútrendszer porral eltakart részeit (mag és a főszik környéke) ugyanolyan pontossággal megfigyelni, mint az optikai tartományban hagyományosan jól elérhető részeket. Ez lehetővé teszi, hogy Galaxisunk egészét vizsgáljuk olyan pontossággal, amilyen jelenleg csak a Nap közvetlen közelére érhető el.

4. Tejútrendszerünk korai, az első kétmilliárd évben végbement fejlődésének jobb megértése. Ez lehetséges a halóban található igen fémszegény csillagok kémiai összetételének meghatározásával és olyan elemek

észlelésével, amelyek csak a rendkívül fémszegény csillagok nukleoszintézise során keletkezettek.

5. Az APOGEE közel megtízszerezi azon csillagok számát, amelyekről nagy felbontású és nagyon jó jel-zaj arányú spektrum érhető el. Ez elengedhetetlen a korábban felsorolt tudományos célok elérésében. A jelenleg működő nagy felbontású spektroszkópiai égboltfelmérő programok közül messze az APOGEE észlelte a legtöbb csillagot, és tette publikussá adatait.

Az APOGEE célpontjainak kiválasztása

Az APOGEE által észlelt csillagok kiválasztása bonyolult folyamat, hiszen nemcsak a Tejútrendszer részeit kell egyenletesen mintavételezni, de fényességben és távolságban is széles intervallumot kell lefedni. Ráadásul észlelni kell olyan csillagokat is, amelyek fizikai paramétereit korábbi észlelésekből már jól ismerjük, így kalibrálva az APOGEE redukálószoftverét. A célpontok kiválasztása a Two Micron All-Sky Survey (2MASS) adatbázisa, a koordináták és a J , H , K_s fényességek alapján történt. Figyelembe véve a 2,5 méteres APO-távcső és az APOGEE spektrográf tulajdonságait, a cél az, hogy a $H < 12,2$ fényesség felett elérjük a $S/N > 100$ jel-zaj viszonyt, amely elengedhetetlen a kémiai összetétel pontos meghatározásához.

Ezeket a feltételeket figyelembe véve a legelső lépés a vörös óriáscsillagok (RGB) kiválasztása a fősorozati (MS) társaiktól. Az RGB csillagokra való koncentráció több előnnyel is jár: rendkívül fényesek és ezáltal messziről láthatók, illetve relatíve gyakoriak a Tejútrendszer minden részén, és a legtöbb csillaghalmazban is megtalálhatók. $(J - K_s)_0 > 0,5$ felett az RGB csillagok viszonylag jól elkülöníthetők a fősorozati csillagoktól. Ez az egyszerű választás csak minimális hibát okoz a fémszegény csillagok esetében, azonban azok száma eleve rendkívül kicsi a teljes listához képest.

Az észlelés során 300 optikai szálal lehet pozícióra állítani egy 3 fok átmérőjű területen, az egyes szálak szögátmérője az égbolton pedig $2''$. Egy ilyen észlelési területet nevezünk *mezőnek*. A mezők helyének eldöntése során fontos, hogy a Tejútrendszer korongja és halója térben egyenletesen legyen lefedve, illetve hogy a galaxisunk központja a korábbinál sokkal nagyobb szerepet kapjon, hiszen a H sávban belátunk egészen a központig. A fényesebb nyílt- és gömbhalmazok kiemelt célpontok nemcsak tudományos célból, hanem kalibrálási szempontból is, mivel ezek csillagait már sokszor észlelték korábban, és elérhetők megbízható atmoszferikus paramétereik. A *Kepler*-űrtávcső által lefedett terület különösen fontos szerepet

játszik az APOGEE életében, a pulzáló változócsillagok és a bolygók gáz-dacsillagai kémiai összetételének meghatározása kiegészíti a *Kepler* észleléseit, és tovább segítik az APOGEE-adatok kalibrálását.

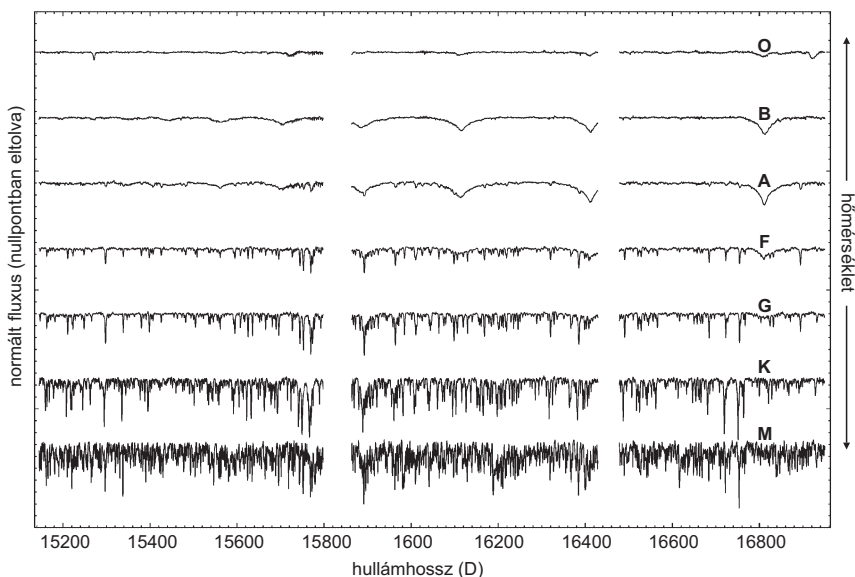
A spektrográf sajátossága, hogy minden mezőhöz egy külön alumíniumlemez terveznek, amelyen a csillagok pozíciójának helyén a lemezt kifúrják, és ide az optikai szálakat minden észlelés előtt kézzel behelyezik. Az így elkészült lemezt a távcsőbe helyezve 1 órás expozíciókat végeznek, majd ezt a csillagok fényességétől, vagy a tudományos céltól függően más napokon megismétlik. A maximális mérési idő 24 óra, amely 24 egyedi észlelést jelent, 24 egyedi spektrumot eredményezve minden csillagra. Az egyedi színeképeket a végén összeadják, ezzel javítva a jel-zaj arányt, de az egyedi színeképek külön is hasznosak a radiális sebesség mérésére, kettős- vagy pulzáló csillagok tanulmányozásánál.

A 2014-ig tartott első mérési időszakban a 163 000 észlelt csillagból 13 473 a központi dudorban, 54 988 a halóban, 82 677 a korongban található, ezen belül 12 443 csillag a *Kepler*-mezőbe tartozott, 8112 csillag pedig nyílt- vagy gömbhalmazokba. Az APOGEE-2 részeként 2017-ig már közel 300 000 csillagot észleltünk.

Az APOGEE fizikai paramétereket és a kémiai összetételt meghatározó kódja

A nyers spektrumok egy igen bonyolult redukálási eljáráson mennek keresztül, amelyet itt csak röviden tekintünk át. Az első lépés a nyers spektrumok kinyerése a felvételekből, amelyet a redukálásra szolgáló alapprogram végez el. E lépés során a spektrumokból kivonják az úgynevezett bias képet, amely a detektor kiolvasási hibáját takarja, és a dark képet, amely a detektorban a véletlen hőmozgás hatásra keletkező jelet jelenti. A kozmikus sugarak levonása után következik a hullámhosszkalibráció, majd a Föld légkörében keletkező abszorpciós és emissziós vonalak levonása, amely különösen fontos az infravörös tartományban, mert a légkörben lévő vízgőz sok emissziós vonallal szennyezi be az APOGEE színeképeit. Az első szakasz utolsó lépése a fluxuskalibráció.

Ezután következik a második szakasz, amelyben az APOGEE Stellar Parameters and Chemical Abundances Pipeline (ASPCAP) átveszi a fluxuskalibrált színeképeket, és azokból meghatározza a csillagok fizikai paramétereit és kémiai összetételét. A fizikai paraméterek közül a legfontosabb a már korábban említett effektív hőmérséklet (T_{eff}), a felszíni gravitációs gyorsulás mértéke ($\log g$), az általános fémtartalom ($[M/H]$), a szén,



4. ábra. Az APOGEE által észlelt O, B, A, F, G, K, M színképsorozat a közeli-infravörös H tartományban.

nitrogén és α -elemek koncentrációja ($[C/M]$, $[N/M]$ és $[\alpha/M]$). Mivel ezek a paraméterek a teljes színképre hatással vannak (4. ábra), így az első lépésben ezeket kell meghatároznunk, amely az elméleti modellekkel való összehasonlítással történik.

Az APOGEE-hoz számolt elméleti spektrumkönyvtár a jelenleg elérhető legnagyobb a H -sávban. Magában a könyvtárban a fent említett hat paraméter változik rendkívül nagy tartományban. Egy-egy kémiai összetételben belül az effektív hőmérsékletek 3500 K-től 30 000 K-ig, a logg értékek 0-tól 5-ig terjednek, a kezdőértékük azonban a hőmérséklettől függ. Az így létrehozott adatbázis lefedi a természetben megfigyelhető csillagok paramétereinek 99%-át, kezdve a leghalványabb vörös törpéktől a legnagyobb szuperóriás csillagokig. Első lépésben az ASPCAP χ^2 minimalizálással meghatározza az előző bekezdésben felsorolt hat paramétert, majd rögzítve azokat következik az egyedi kémiai elemek (több mint 25 elem) koncentrációjának mérése. Ez már nem a teljes spektrumból történik, hanem csak az adott elemre jellemző atomos vagy molekuláris abszorpciós vonalak illesztéséből. A két lépés különválasztása azért indokolt, mert a CO, OH és CN molekulák elnyelési vonalai a színkép nagy részén

jelen vannak, és megnehezítik az egyedi abszorpciós vonalak modellezését. Mivel az első lépésben ezt előre meghatározzuk, a másodikban a hatásuk már számolható és minimalizálható.

Az így kapott paramétereket és koncentrációkat nyers értékeknek nevezzük, mivel azok közvetlenül a spektrumillesztésből származnak, és függenek azoktól a fizikai feltevésektől (például lokális termodinamikai egyensúly megléte), amelyeket az elméleti színeképkönyvtár létrehozásánál rögzítettünk. Ezért ezeket a paramétereket össze kell hasonlítani más modellekből kapottakkal, hogy jobban megértsük az esetleges szisztematikus hibákat, és általában becsülhető legyen az általunk elkövetett hiba.

Az APOGEE által észlelt csillaghalmazok nagy szerepet játszanak a paraméterek ezen kalibrálásában, mert azokat sokszor – és ami a legfontosabb, az APOGEE-től függetlenül – tanulmányozták. Az effektív hőmérsékleteket a nyílt- és gömbhalmazokban található csillagok fotometriai hőmérsékleteivel hasonlítjuk össze, amelynek skálája spektroszkópiától független, az pusztán a csillagok látszó fényességétől függ. A fémtartalmat és kémiai összetételt más, főleg optikai tartományban meghatározott értékekkel hasonlítjuk össze. A *Kepler*-mezőben található pulzáló változó-csillagok különösen fontosak a felszíni gravitáció ellenőrzésében, mert azt pusztán a pulzáció tulajdonságaiból, spektroszkópiától függetlenül is meg lehet határozni. A logg spektrumból való mérése hagyományosan bonyolult, mert a színekép általában kevésbé érzékeny a felszíni gravitációra, a pulzációból meghatározott értékek pedig nagyjából tízszer pontosabbak a színeképből származókéénál.

A paraméterek ilyen ellenőrzésére különösen nagy hangsúlyt kell fektetni, hiszen több százezer, széles paramétertartományt lefedő csillagot észlelünk, és mindenhol meg kell felelni az égboltfelmérő program által kitűzött feltételeknek. Jelenleg az effektív hőmérséklet meghatározásának hibája 90 K alatt van 3500 és 5500 között, ami mindössze 1,5-2,5%-os hibát jelent, ezzel jelenleg az APOGEE során kapott felszíni hőmérsékletek a legpontosabbak az összes égboltfelmérő programé közül. A felszíni gravitációs gyorsulás bizonytalansága már sajnos nagyobb (40–50%, ami spektroszkópiai meghatározásnál tipikusnak mondható), ráadásul szisztematikusan eltér a pulzációból származtatott értékektől, bár viszonylag kismértékben. Ennek okát jelenleg nem tudjuk, és az ASPCAP fejlesztési tervei között ez a legmagasabb prioritású feladat. A fémtartalom és a legtöbb elem koncentrációjának meghatározása nagyjából 10-20%-os hibájú, ami szintén egyedülálló egy ekkora projektben. Mivel az ASPCAP program-csomagot folyamatosan fejlesztik, azt várjuk, hogy ezeket a paramétereket egyre pontosabban fogjuk tudni meghatározni.

Az APOGEE főbb tudományos eredményei

Az APOGEE adatait ma már világszerte használják a csillagászok, és sikerét jól mutatja, hogy 2011–2017 között már 145 cikk jelent meg referált szakfolyóiratban az APOGEE adatai alapján, amelyekre több mint 5000 hivatkozás történt. A jelenleg folyó nagy felbontású spektroszkópai égboltfelmérő programok közül az APOGEE adataiból született a legtöbb publikáció és azokra a legtöbb hivatkozás. Ebben a fejezetben a legfontosabb tudományos eredményeket tekintjük át.

A csillagok fémességének és az α -elemek koncentrációjának eloszlása a Tejútrendszerben

Az APOGEE legfontosabb célja az, hogy Tejútrendszerünk szerkezetét és fejlődését jobban megértsük. Ebben segít az a kémiaiösszetétel-térkép, amely jelenleg a legrészletesebben mutatja Galaxisunk csillagainak kémiai összetételbeli eloszlását. E térkép segítségével lehet csak tovább pontosítani a Tejútrendszer fejlődési modelljeit, amelyeknek reprodukálniuk kell a fémtartalom eloszlását.

A Naphoz közeli régiókban két jól elkülöníthető csillagpopuláció található, egy szoláris $[\alpha/\text{Fe}]$ értékű és egy $[\alpha/\text{Fe}]$ elemekben gazdag generáció, azonban a fémgazdag csillagok $[\text{Fe}/\text{H}] = 0,2$ felett már nem gazdagok α -elemekben is. Galaxisunk belső régióiban más a helyzet, itt csak egy sorozatot találunk, amely magas $[\alpha/\text{Fe}]$ - és alacsony fémtartalomnál indul, alacsony $[\alpha/\text{Fe}]$ értéknél és magas fémtartalomnál végződik. Érdekes, hogy itt nincsenek olyan csillagok, amelyek viszonylag fémszegények és Napunkhoz hasonló α -elem-eloszlást mutatnak. A Tejútrendszer korongjának külső részein már egyáltalán nincsenek „ α -gazdag” csillagok. A fémszegény, de α -gazdag csillagok a Világegyetem keletkezése utáni első néhány milliárd évben keletkeztek, és Tejútrendszerünk legidősebb objektumai.

Az APOKASC katalógus létrehozása, a csillagok tömegének, sugarának és korának meghatározása

Az asztroszeizmológia és a nagy felbontású spektroszkópia kombinálása tette lehetővé, hogy egyedi csillagok sugarát és tömegét a korábbiaknál pontosabban meg tudjuk határozni. A *Kepler*-űrtávcső forradalmat hozott a pulzáló változócsillagok vizsgálatában. Az egyik fontos eredmény, hogy az extrém pontos *Kepler*-fénygörbék tanulmányozásából a csillagok felszíni gravitációját minden más módszernél pontosabban sikerült meghatározni. A csillagok tömegének és sugarának kiszámolásához

viszont szükség van az effektív hőmérséklet ismeretére is, amelyet az APOGEE tud szolgáltatni. A két program egyesítéséből jött létre az APOKASC katalógus első verziója 2014-ben, amely 1916 csillagot tartalmazott. Az asztroszeizmikus felszíni gravitáció és az APOGEE effektív hőmérsékletek ismeretében a csillagok sugarát 5%, tömegét pedig 12% pontossággal tudtuk meghatározni.

A csillagok sugarán és tömegén kívül azok korának mérése a csillagászat egyik legbonyolultabb feladata, mivel kevés olyan mérhető paraméter van, amely a korrrelál. A leggyakrabban használt módszer a Hertzsprung–Russell-diagramon való pozíció meghatározása, majd annak elméleti izokronokkal való összehasonlítása. A vörösóriás-ágon azonban a különböző korú csillagok nagyon hasonló effektív hőmérsékletűek, ami szinte lehetetlenné teszi ezen csillagok korának mérését (5. ábra a színes mellékletben).

Azonban létezik egy másik út is, mégpedig a csillagok tömegének meghatározásán keresztül, mivel az nagyon szorosan korrelál a fősorozaton töltött idővel. Az APOKASC katalógus csillagai lehetővé teszik, hogy ezen objektumok korát viszonylag pontosan megmérjék a pulzáció paraméterein keresztül. Mivel az APOGEE külön figyelmet fordít ezekre a pulzáló csillagokra, pontosan ismerjük azok kémiai összetételét is, és ha sikerül kapcsolatot találni a kémiai összetétel és a csillagok kora között, akkor egy új mérési módszerhez jutunk.

Pontosan ez sikerült az APOGEE csapatának, amikor a csillagok légkörében található C és N koncentrációjának aránya és a *Kepler*-csillagok kora között talált összefüggést. A CNO-ciklus a csillagok magjában történő H-He fúzió az egyik formája, amelynek során a CNO-elemek közötti arány változik. A CNO-ciklus során a legtöbb ideig a ^{14}N protonbefogása tart, így ennek az izotópnak a mennyisége idővel megnő. Ennek ellentétéként a ^{12}C mennyisége pedig folyamatosan csökken, míg a ^{16}O -tartalom csak kicsit növekszik. A CNO-ciklus aránya a fúzió belül függ a csillag tömegétől: nagyobb tömegű csillag magjában sokkal több ^{14}N termelődik, mint egy kisebb tömegűében. Amikor a csillag elhagyja a fősorozatot, és vörös óriássá válik, a magjában levő anyag a felszínre keveredik és mérhetővé válik.

Az APOGEE egyik sajátossága, hogy a C és a N koncentrációját bármilyen korábbi spektroszkópiai programnál pontosabban tudja meghatározni, mert a CO és CN *H*-sávban megtalálható vonalai könnyen illeszthetők. Az APOGEE és a *Kepler* adatait felhasználva kalibrálni tudtuk a C/N arány és a csillagok tömege közti összefüggést, és ennek alapján több mint 50 000 csillag korának meghatározása vált lehetővé, nagyjából 40%-os

pontossággal. Ez elsőre nagy hibának tűnik, de korábban semmilyen más módszer nem állt rendelkezésre RGB csillagok korának becslésére. Az APOGEE méréseinek további javulásával azt várjuk, hogy a csillagok korának meghatározási pontossága is nőni fog.

Az O-gyakoriság változása a galaktikus korongban

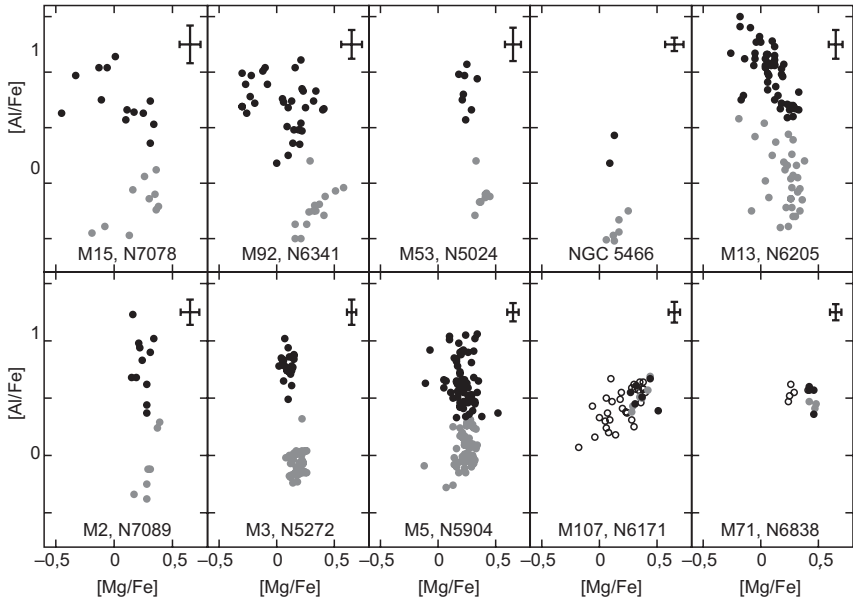
A Tejútrendszer fejlődésének modellezésében szintén fontos szerepet játszik a különböző elemek koncentrációjának eloszlása adott átlagos fémtartalomnál. Ha két elem egyenlő arányban termelődik a csillagok belsejében, akkor azok aránya változatlan marad a csillagközi felhőkben is, ha azonban különböző arányban vagy helyen képződnek, akkor azzal a Galaxisunk összetételének fejlődését leíró modelleket pontosítani lehet.

A két legfontosabb elem ebből a szempontból az oxigén és a vas. Az előbbi főleg olyan nagy tömegű csillagok szórják szét a Galaxisban, amelyek II-es típusú szupernóva-robbanásban pusztulnak el, míg az utóbbi főként I-es típusú szupernóva-robbanások során keletkezik. Az O/Fe arány változásából tehát következnünk tudunk a nukleoszintézis mikéntjére és a csillagkeletkezés ütemére.

Az APOGEE adatainak felhasználásával a Tejútrendszer korongjában vizsgáltuk az O/Fe arányt, és azt találtuk, hogy a Naphoz hasonló fémtartalmú csillagok esetében az O/Fe arány mindössze 7-10%-ban változik. Az a tény, hogy az O és Fe aránya ennyire hasonló, csak úgy magyarázható, hogy nemcsak a szupernóva-robbanások gyakorisága volt sokkal nagyobb a Tejútrendszerünk első néhány milliárd évében, hanem a csillagkeletkezés rátája is. Ennek oka az, hogy az első szupernóvák csak közvetlen közelükben emelik meg a Fe és az O gyakoriságát, hiszen nyilván idő kell ahhoz, hogy a táguló gáz messzebb jusson. Mivel a megfigyelt O/Fe arány alig változik a Tejútrendszeren belül, a jelenlegi szupernóva-robbanások gyakorisága és a csillagkeletkezési ráta is alacsony kell, hogy legyen, különben az az O/Fe arány szórásában megmutatkozna.

Északi gömbhalmazok többszörös csillagpopulációinak kémiai összetétele

Az 1990-es évek végéig a csillagászok úgy gondolták, hogy a Tejútrendszer halójában található gömbhalmazok csillagai a Tejútrendszer első kétmilliárd évében, egy időben keletkeztek, vagyis egyetlen csillagpopulációból állnak. A Hubble-űrtávcső fotometriai mérései és földi nagy távcsövekre helyezett nagy felbontású spektrográfok adatai ezt megcáfolták, és ma már tudjuk, hogy az összes gömbhalmaz legalább két, esetleg több eltérő korban keletkezett csillagok populációjából áll.



6. ábra. Az alumínium koncentrációjának változása a magnézium függvényében. Az először keletkezett csillagok (szürkével jelölve) Al-tartalma alacsony, míg a fiatalabb csillagok Al-tartalma magas (feketével jelölve), mert már olyan csillagközi anyagból keletkeztek, ami tartalmazta az első generáció által termelt alumíniumot. A nem katalogizált csillagokat üres karikák jelölik.

A jelenlegi modellek szerint a csillagok első generációja életük végén valamilyen folyamat révén a magjukban termelt nehéz elemeket, mint a C, N, O, Mg és Al a csillagközi térben szétszórják. Azok a csillagok, amelyek később keletkeznek, már az ezekkel az elemekkel feldúsított gázból jönnek létre, és a felszíni kémiai összetételük megváltozik. A később keletkezett második generáció csillagainak mindegyikében nagyobb a Na, N és Al gyakorisága, ellentétben az első generációval, ahol ezekből az elemekből még kevesebb van.

A legtöbb gömbhalmaz kémiai összetételét korábban már vizsgálták, azonban az égbolt északi felén lévő szisztematikus vizsgálata még nem történt meg. Az APOGEE képes volt ezt a hiányt pótolni, hiszen az összes fényes északi halmazt észlelte az ASPCAP kalibrációjának céljából. Összesen 428 csillag kémiai összetételét vizsgáltuk 10 gömbhalmazban, és a legfontosabb eredményünk az Mg-Al antikorrelációjának tanulmányozásából adódott (6. ábra). A tíz halmazból a fémekben leggazdagabb kettő

(M107, M71) kivételével az összes halmazban kimutattuk, hogy a második generációs csillagok alumíniumban gazdagok. A legérdekesebb eredmény azonban az, hogy az Al-koncentráció eloszlása a Mg gyakoriságának függvényében halmazról halmazra változik. Az M3-ban és az M53-ban két egymástól jól elkülönülő csoportot találtunk, egynek alacsony, egynek pedig magas Al-tartalma van, de közepes Al-koncentrációjú csillagokat nem figyelünk meg. Az M5 és az M13 viszont ennek ellenkezője: a csillagok Al-tartalma a nagyon alacsonytól a nagyon magasig folyamatosan oszlik el. Ez arra utal, hogy ezeknek a halmazoknak egymástól különböző fejlődéstörténete van, hiszen az M3-ban és az M53-ban volt valamilyen fizikai folyamat, amely az alumíniummal közepesen dúsított gázt a halmazból eltávolította, de ennek oka jelenleg nem ismert.

Az Al-koncentrációk elemzése lehetővé tette annak a folyamatnak a meghatározását is, amely azért felelős, hogy az első generációs csillagok által megtermelt anyag szétszóródjon a csillagközi térben. A számtalan modell közül most először sikerült egyértelműen azonosítani az AGB csillagok csillagszelét, amely tökéletesen leírja a megfigyelt magas Al-értékeket.

A magas Al- és N-tartalmú csillagok jelenleg ismert egyetlen keletkezési helye gömbhalmazokban található. Ha a Tejútrendszer más részein találunk ilyen csillagokat, akkor az arra utal, hogy ezek egykor gömbhalmazokban keletkeztek, és valamilyen folyamat során azokból kiszöktek. Az APOGEE mérései alapján több ilyen csillagot is felfedeztünk a hálóban, a központi dudorban és a korongban is.

NAGY ANDREA

Az SN 1987A harminc éve, avagy a jó, rossz és csúf szupernóva

A modern kor szupernóvája

Az SN 1987A jelű szupernóva immár harminc éve áll a csillagászok érdeklődésének középpontjában. Ez nem is csoda, hiszen alig 51,4 kpc-es (körülbelül 168 000 fényéves) távolságának köszönhetően ez a csillagrobbanás kiérdemelte a távcső felfedezése óta megfigyelt legközelebbi szupernóva megtisztelő címét. Így nem meglepő, hogy a fényességmaximum környékén szabad szemmel is látható volt a déli féltekéről. Azonban mindezek mellett arról sem szabad megfeledkezni, hogy mivel az SN 1987A nem a Tejútrendszerben, hanem csillagvárosunk egyik kísérőgalaxisában a Nagy-Magellán-felhőben bukkant fel (1. ábra a színes mellékletben), ezért távolsága mintegy 20-30-szorosa a „történelmi” galaktikus szupernóvakénak (mint az SN 1006, az SN 1054, vagy a Tycho Brahe által felfedezett SN 1572).

Csillagászati szempontból az SN 1987A jelentősége abban áll, hogy ennél az objektumnál nyílt elsőként lehetőség arra, hogy részletesen megvizsgáljuk a szupernóva-robbanás lefolyását és fejlődését a teljes elektromágneses spektrumban (a rádiótól a röntgentartományig). Ennek köszönhetően számos kérdést sikerült megválaszolni a szupernóvák fizikájával és a szülőcsillag robbanás előtti fejlődésével kapcsolatban, azonban ezek a felismerések újabb problémákhoz vezettek, amelyek megoldása még a mai napig is várat magára.

A következőkben – a teljesség igénye nélkül – igyekszünk bemutatni az SN 1987A felfedezésének és szisztematikus megfigyelésének eredményeként született legfontosabb tudományos ismereteket, amelyek átformálták a szupernóvákról alkotott elképzeléseinket az elmúlt 30 év során. Mielőtt azonban rátérünk ezen eredmények ismertetésére, röviden emlékezzünk meg a modern kori asztrofizika minden bizonnyal legjelentősebb szupernóvájának felfedezéséről (West és társai 1987).

„Új csillag” a Nagy-Magellán-felhőben

Talán a tisztelt olvasók közül néhányan most azon gondolkodnak, hogy miért is lett e csodálatos égi jelenség elnevezése SN 1987A, amikor jelentőségét tekintve akár ennél barátságosabb nevet is megérdemelt volna. Ennek a kérdésnek a megválaszolásához kicsit bele kell ásnunk magunkat a szupernóvák hagyományos nevezéktanába, amelynek alapján a névadás a felfedezés időpontja alapján történik, azaz az adott év legelső szupernóvája kapja mindig az évszám utáni „A” jelölést. Nem volt ez másként az SN 1987A esetében sem, amely 1987-ben az elsőként felfedezett szupernóva volt.

Az SN 1987A szülőcsillagának megsemmisülését jelző fény 1987. február 24-én érte el a Földet. Az első megfigyelők a Las Campanas Observatory (Chile) munkatársai, név szerint Ian Shelton és Oscar Duhalde voltak. Az ezt követő 24 órán belül azonban tőlük függetlenül az új-zélandi Albert Jones is bejelentette az „új csillag” feltűnését a Nemzetközi Csillagászati Unió (International Astronomical Union, IAU) távirati központjának. A felfedezés híre futótűzként terjedt, és a rendelkezésre álló műszerek egész garmadája kezdte azonnal észlelni a Nagy-Magellán-felhőt. A felfedezés jelentőségét leginkább az mutatja, hogy nagyjából fél nappal az IAU körlevele (Kunkel és társai 1987) után a NASA IUE (International Ultraviolet Explorer) műholdja már el is kezdte a szupernóva észlelését az ultraibolya tartományban. (A felfedezés további részleteiről többek között Kovács József 2017 februárjában, a www.csillagaszat.hu honlapon megjelent, „Harminc év elteltével is tartogat titkot az SN 1987A szupernóva” című cikkéből lehet tájékozódni.)

A felfedezés körülményeit tekintve azért is egyedülálló az SN 1987A, mivel ez volt az első és máig az egyetlen szupernóva, amelyet neutrínódetektorokkal is sikerült észlelni. Sőt mi több, ez volt az első Naprendszeren kívüli forrás, ahonnan sikerült neutrínókat megfigyelni. A neutrínókról számunkra most csak annyit érdemes tudni, hogy ezek nagyon kis nyugalmi tömegű, töltés nélküli szubatomi részecskék, amelyek szinte alig lépnek kölcsönhatásba az anyaggal. Ebből pedig az következik, hogy a felfedezésük egyáltalán nem egyszerű feladat; ehhez hatalmas, föld (vagy víz) alatti detektorokra van szükség (Koshiba 1987).

Annak ellenére, hogy a neutrínók gyakorlatilag akadálytalanul áthaladnak bármilyen anyagon, mégis fontos szerepük van a nagy tömegű csillagok végállapotaiként kialakuló, úgynevezett kollapszár szupernóva-robbanások fizikájában. Az elméletek jóslatai szerint ugyanis ezek a részecskék felelősek a csillagmag összeomlásakor felszabaduló energia 99 száza-

lékának elszállításáért. Ráadásul ennek az energiának egy részét a neutrínók átadják a robbanás során kialakuló lökeshullámnak, ezzel lehetővé teszik a csillagburok ledobódását. A többi energia azonban a neutrínók mozgási energiájának fedezésére fordítódik: így azok a részecskék, amelyek nem adják át az energiájukat a lökeshullámnak, jó közelítéssel fénysebességre gyorsulnak. Mivel a ledobódó csillagburok csak néhány óra elteltével válik átlátszóvá a fotonok számára, a csillag magjából szabadon távozó neutrínók néhány órás előnyre tesznek szert a robbanás fotonjaihoz képest; így a neutrínók előbb érik el a Földet, mint ahogy a szupernóva láthatóvá válna a távcsöveink számára.

Az SN 1987A esetén pontosan ezt a jelenséget lehetett megfigyelni. A szupernóva felfedezésének hírére a világ összes neutrínódetektorának 1987. február 23-án felvett észlelési adatait átvizsgálták, és kiderült, hogy a Föld három különböző pontján található detektor is megnövekedett neutrínószámot észlelt az optikai felfedezést megelőző három órában. A japán Kamiokande detektor 12, az amerikai IMB (Irvine–Michigan–Brookhaven) detektor 8, míg a szovjetunióbeli Bakszan Neutrínóobszervatórium 5 részecskét mutatott ki. Figyelembe véve a neutrínók kis kölcsönhatási képességét, ez a szám jelentősnek tekinthető. Nem véletlen tehát, hogy az SN 1987A neutrínódetektorokkal történő észlelését szokás a neutrínócsillagászat születésének is tekinteni.

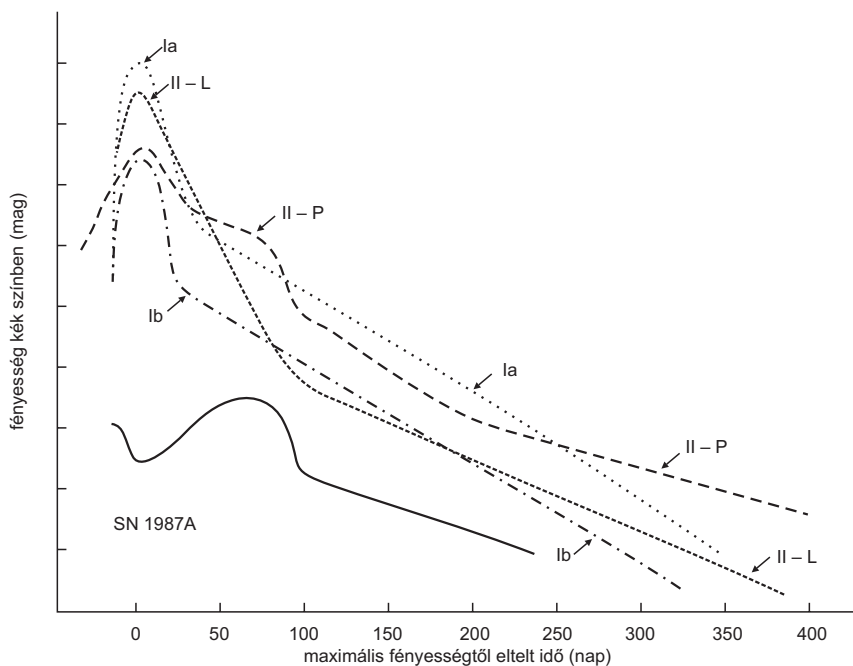
Jönnek a gondok

A felfedezést kísérő kezdeti felbolydulást követően elkezdődött a komoly tudományos munka, amelynek első lépéseként el kellett végezni az SN 1987A osztályozását. Azonban itt rögtön problémák adódtak, mivel a fényességváltozás üteme és a szupernóva abszolút fényességének elemzése után a kutatók két táborra szakadtak. A nagyon korai eredmények alapján sokan úgy vélték, hogy ez a szupernóva egy Ia típusú robbanás lehetett, azonban gyorsan kiderült, hogy a másik tábor képviselőinek volt igazuk, és az SN 1987A mégis inkább egy úgynevezett II-es típusú objektum volt. A végső döntést ebben a kérdésben a körülbelül egy héttel a robbanást követően elvégzett spektroszkópiai mérések alapján hozták meg, ugyanis a mérések egyértelműen utaltak egy nagy sebességgel (nagyjából a fénysebesség tizedével) táguló hidrogénrétegre a szupernóva-maradványban. Mivel az osztályozási elvek alapján az Ia típus esetén nem fordulhat elő hidrogén a színeképben, így bizonyossá vált, hogy egy II-es típusú robbanásról van szó. Az azonban

továbbra is fejtörést okozott a csillagászoknak, hogy az SN 1987A milyen altípus képviselője is volt valójában.

Mielőtt azonban belemélyednénk az SN 1987A altípusba sorolásának problematikájába, röviden tekintsük át a II-es típusú robbanások általános jellemzőit. Az elméleti modellek és az eddig észlelt II-es típusú szupernóvák tanulmányozása alapján elmondható, hogy ebbe a csoportba olyan robbanások tartoznak, amelyek Napunknál legalább tízszer nagyobb tömegű csillagok magjának összeomlásakor következnek be. Ezek a csillagok fejlődésük során úgy tudják megőrizni stabilitásukat a gravitáció összehúzó hatásával szemben, hogy a belsejükben egyre nehezebb és nehezebb elemek alakulnak át egymásba fúziós folyamatok révén, és az eközben felszabaduló energia által kifejtett nyomás gátolja meg a gravitációs összeomlást. Kezdetben az egyensúly fenntartásához szükséges energiatermelést a hidrogén héliummá történő átalakulása fedezi. Azonban a hidrogén kimerülését követően a csillag kénytelen először a hélium, majd a szén, oxigén, nitrogén, végül pedig a szilícium fúziójával energiához jutni. Minél nehezebb elemek fúziójával történik az energiatermelés, annál kisebb az egy reakcióra jutó energiahozam, ezért a fúziós folyamatok sebességének egyre nagyobbá kell válnia, hogy a csillag belső nyomása kompenzálni tudja a gravitáció hatását. A csillag egyensúlyának megtartására tett minden törekvés azonban csak addig lehetséges, amíg a magban le nem gyártódik az összes kémiai elem a vasig bezárólag. Ugyanis a vas már nem képes fuzionálni a csillag belsejében, mivel ehhez a folyamathoz már több energiát kellene befektetni, mint amennyi felszabadulna. Vagyis a vasmag kialakulásával a csillag sorsa megpecsételődik, hiszen energiatermelés hiányában már semmi sem akadályozza meg a gravitációt abban, hogy összehúzza az egész csillagot. Tehát a csillag saját súlya alatt összeroskad, aminek következtében a magot alkotó atommagok egymásba préselődnek, és egy nagyjából város méretű (10-20 km átmérőjű) neutrongömböt, egy úgynevezett neutroncsillagot hoznak létre. Mivel a csillag sugara a robbanást megelőzően megközelíti az átlagos Nap-Föld-távolságot (150 millió km), ezért mire a csillag külső rétegei eléri a magot, addigra már kialakul a neutroncsillag. Így amikor a csillag külső rétegei eléri a rendkívül nagy sűrűségű neutroncsillagot, visszapattannak róla, és elindítanak egy lökéshullámot, amely végül szétveti az egész csillagot. Itt érdemes azt is megemlíteni, hogy a szupernóva-robbanás során vasnál nehezebb kémiai elemek is keletkeznek, a kozmikus nukleoszintézis egyik fontos állomásaként.

A II-es típusú szupernóvák ezen általános bemutatása után rátérhetünk az egyes alcsoportok között fellelhető legalapvetőbb különbségek tisztá-



2. ábra. Az SN 1987A sematikus fénygörbéjének összehasonlítása egy tipikus II-P, illetve II-L típusú robbanás fényességváltozásának időbeli lefutásával (Wheeler és Harkness, 1990).

zására. Az SN 1987A szempontjából igazából csak két alcsoporttal érdemes foglalkozni: a II-P és a II-L típussal. Ebben az esetben az elkülönítés alapvetően a fényességváltozás időbeli lefutásának menete (fénygörbe) alapján történik. A II-P típusú szupernóvák azok, amelyek fénygörbéjében megfigyelhető egy körülbelül 100 napig tartó konstans fényességű időszak, az úgynevezett plató. A II-L típusba tartozó objektumok fényességváltozása ezzel szemben a maximumot követően egyenletesen csökken. Az SN 1987A esetén a problémát az okozta, hogy a felfedezés után a szupernóva nagyjából egy hétig halványodott, utána pedig körülbelül 100 napig ismét fényesedett, mielőtt újból elkezdett volna csökkenni a fényessége. A felfényesedési időszak azonban nem mutatott konstans fényességet, de a maximum utáni lefutás sem tekinthető teljes egészében lineárisnak (2. ábra) (Catchpole és társai 1988). Ezért kompromisszumos megoldásként végül az SN 1987A besorolása hivatalosan II-P-pec lett, ami egy pekuláris (különleges) II-P típusú eseményre utal.

Már az elméletekben sem lehet bízni

Az elméleti jóslatok az SN 1987A szülőcsillagának felfedezéséig megegyeztek abban, hogy a II-es típusú szupernóva-robbanások vörös szuperóriás csillagok magjának összeomlásakor jönnek létre. Az SN 1987A különleges fénygörbéje (Catchpole és társai 1988) azonban előrevetítette, hogy a felrobbanó csillag fizikai tulajdonságai nem felelnek meg teljes mértékben az elméleti modelleknek. Arra viszont senki sem számított, hogy a szupernóva szülőcsillaga ekkora meglepetést fog okozni.

1987 májusában a csillagászoknak sikerült azonosítani az SN 1987A szülőcsillagát az Anglo-Australian Telescope (AAT) felvételeinek segítségével. Az elemzések kimutatták, hogy a szupernóva pozíciójától mindössze 0,05 ívmásodpercnyire található egy csillag, név szerint a Sanduleak -69 202 (röviden Sk -69 202). E felfedezés hallatán az egész csillagászközösség rendkívül izgatott lett, hiszen ez volt az első eset, hogy sikerült megtalálni egy szupernóva szülőcsillagát. Az öröm azonban nem tartott sokáig, mivel egyúttal az is kiderült, hogy ebben az esetben a szülőcsillag nem egy vörös, hanem egy sokkal kompaktabb kék szuperóriás volt (Blanco és társai 1987, Walborn és társai 1987). Vagyis az SN 1987A esete rávilágított arra, hogy habár általában az elméleti modellek jól közelítik a valóságot, akadnak olyan különleges esetek, ahol ezek az elképzelések csődöt mondanak, de legalábbis csak rendkívül korlátozottan tekinthetők helyesnek.

Az SN 1987A szülőcsillagának felfedezése után az elméleti szakemberek gőzerővel nekiláttak megoldani azt a problémát, amellyel az Sk -69 202 szembeállította őket. Vagyis megpróbálták megmagyarázni, hogy miként lehetséges egy kék szuperóriás kialakulása, illetve megsemmisülése. Habár az elmúlt 30 év során számos elképzelés látott napvilágot az SN 1987A szülőcsillagával kapcsolatban, ez idáig mégsem sikerült olyan modellt megalkotni, amely a különleges szupernóva-robbanás minden megfigyelhető tulajdonságát képes lett volna ellentmondásmentesen megmagyarázni.

A szülőcsillag rejtélyének feltárása kapcsán a legnagyobb nehézséget az okozta, hogy a csillagfejlődés során hogyan alakult ki a kék szuperóriás állapot. Ennek a dilemmának a tanulmányozása rengeteg különböző elmélet megszületéséhez vezetett. Egyes csillagászok szerint az Sk -69 202 egy nagy tömegű, gyorsan forgó vörös szuperóriás lehetett (Petermann és társai 2015), amely tömegvesztés útján vált kék szuperóriássá. Ez az elképzelés azonban ellentmondásba került a csillagfejlődési modellekkel, amelyek szerint a Nagy-Magellán-felhő kémiai összetétele alapján még a körülbelül 40 naptömegű csillagoknak is vörös óriásokká kellene válniuk.

Egy másik elképzelés szerint azonban egy szokatlanul alacsony fémtartalmú, úgynevezett Wolf-Rayet-csillaggal van dolgunk, amely extrém tömegvesztési folyamatai következtében soha nem volt vörös szuperóriás csillag (Arnett és társai 1989). Természetesen ennél a modellnél is akadnak problémák: egyrészt nem ad magyarázatot a szupernóva-robbanás táguló maradványának kémiai összetételére; másrészt azt sem fejtí ki, hogy miként alakult ki egy ilyen kis fémtartalmú csillag a Nagy-Magelán-felhőben.

Az előbb bemutatott teóriákon kívül természetesen még számos elképzelés látott napvilágot, azonban ez a kettő a legfontosabb azok közül, amelyek egy egyedi csillag fejlődésével igyekeznek magyarázatot találni az SN 1987A különleges szülőcsillagának titkára.

Azonban az elméleti modelleknek van egy másik igen jelentős csoportja is, amely azt feltételezi, hogy a felrobbanó objektum valójában kettős rendszer tagja volt. Az elméleti számítások alapján ebben az esetben alapvetően kétféle módon alakulhat ki kék szuperóriás csillag. Egyrészt úgy, hogy egy kettős rendszerben a társ csillag leszakít némi anyagot a későbbi szülőcsillagról (Podsiadlowski és társai 1992), amely így vörös szuperóriásból alakul át kék szuperóriás csillaggá. Másrészt az is elképzelhető, hogy egy összeolvadó kettőscsillag (Podsiadlowski és társai 1992, Menon és Heger 2017) eredményeként jöjjön létre a kék szuperóriás csillag. Habár ezek a kettőscsillag-modellek sem képesek a megfigyelések teljes leírására, azonban még mindig jobban visszaadják a tényeket, mint az egyedi csillagot tartalmazó hipotézisek; ezért mára általánosan elfogadott nézetté vált, hogy az SN 1987A szülőcsillaga kettős rendszer tagja lehetett.

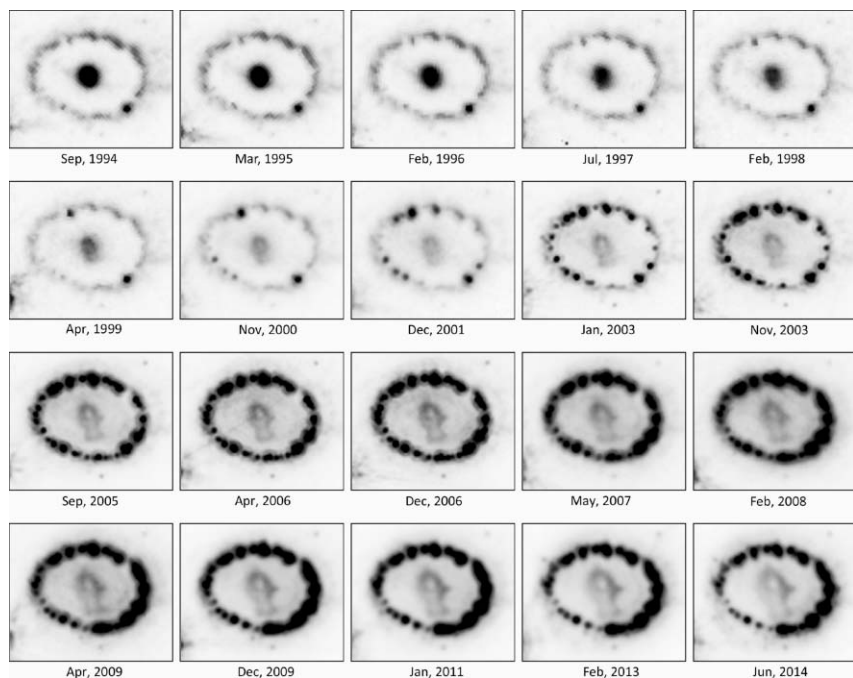
Csillag körüli csoda

Az SN 1987A rendkívüli közelsége következtében lehetőséget adott a szupernóvát körülölelő anyagfelhő részletes tanulmányozására. Ennek a csillag körüli anyagnak a vizsgálata kiemelt fontosságú, mivel általa betekintést nyerhetünk a szupernóva szülőcsillagának robbanás előtti fejlődésébe. Így nem csoda, hogy az SN 1987A volt a Hubble-űrtávcső egyik első célpontja. Az első ilyen felvételeken még nem látszott semmi rendkívüli, de ennek leginkább az űrtávcső hírhedt optikai hibája volt az oka. Az 1993-as korrekció után azonban lélegzetelállító látvány tárult a csillagászok szeme elé.

A korábbi felvételeken csak halvány gázgyűrűnek látszó képződmény az új képeken fényes glóriaként vette körül a szupernóva pozícióját. Ráadásul a gyűrű felett és alatt is láthatóvá vált egy-egy további, az elő-

zónél jóval halványabb gyűrű (3. ábra a színes mellékletben). Összességében tehát kialakult egy homokórára hasonlító mintázat, amelyre a szakirodalomban hármas gyűrűként szokás hivatkozni (Burrows és társai 1995). Ez az érdekes alakzat esztétikai értékei mellett tudományos értelemben is fontosnak tekinthető, mivel ebből nyilvánvalóvá vált, hogy vagy a robbanásnak, vagy a csillag fejlődése során zajló anyagkiáramlásnak kellett erősen aszimmetrikusnak lennie (Fransson és társai 1989). A hármas gyűrű másik érdekessége, hogy ebben az anyagfelhőben jelentős mennyiségben fordulnak elő a hidrogénnél nehezebb elemek, főleg a szén, az oxigén és a nitrogén. A jelentős mennyiség ebben az esetben egész pontosan azt jelenti, hogy például a gyűrű nitrogéntartalma körülbelül tízszerese a Nagy-Magellán-felhő átlagos nitrogéntartalmának (Mattila és társai 2010). A kémiai elemek ilyen feldúsulása azért érdekes, mert ezek az atomok mélyen a szülőcsillag belsejében keletkeznek, vagyis a hármas gyűrű keletkezését magyarázó modelleknek azt is meg kell magyarázniuk, hogy ezek az anyagok hogyan kerültek a csillag belsejéből az azt körülvevő térrészbe. A gyűrű szerkezetének kialakulására vonatkozó elképzelések közül a leginkább elfogadott elmélet azt állítja, hogy a szupernóva szülőcsillaga egy kettős rendszer összeolvadásából keletkezett. Ennek a modellnek az a nagy előnye, hogy egyszerre képes magyarázni mindhárom gyűrű keletkezését, ugyanis itt a két csillag összspirálózása közben anyag dobódik ki az eredeti pályasík mentén, viszont az összeolvadás alatt a pályasíkra merőlegesen történik anyagkiáramlás. Habár ez a hipotézis igen tetszetős, és a gyűrűk szerkezetén kívül a kémiai összetételre is magyarázattal szolgál, azt sem szabad elfelejteni, hogy magános csillagok is képesek hasonló szerkezetű csillag körüli anyagfelhő létrehozására, ha kellően gyorsan forognak, vagy nagyon erős a mágneses mezejük.

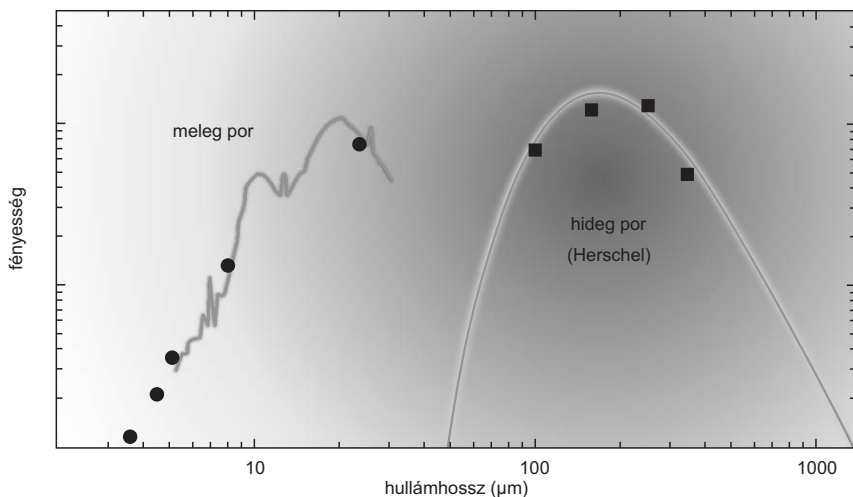
A központi gyűrű részletesebb vizsgálata során az is kiderült, hogy az Sk -69 202 fejlődése késői szakaszában sem volt eredetileg kék szupernóváké, hanem csak a robbanást „közvetlenül” megelőző tömegvesztési folyamatok révén vált azzá. A központi gyűrű átmérőjének és tágulási sebességének ismeretében arra a következtetésre jutottak a kutatók, hogy az SN 1987A szülőcsillaga nagyjából 20 ezer év alatt alakult át vörös szupernóvából azzá a különleges objektummá, amely végül a szupernóva-robbanás áldozata lett. Ez idő alatt a csillag külső rétegei ledobódtak, és létrehozták azt a csillag körüli anyagfelhőt, amelyet a robbanás lökéshulláma végül felfénylésre készített. Ez a felfényesedés egy forró folt képében 1994-ben tűnt fel először, majd egyre több és több fényes folt jelent meg. 2003 elejére már összesen 30 ilyen ragyogó foltot lehetett elkülöní-



4. ábra. A forró foltok számának és intenzitásának változása 1994 és 2014 között (HST).

teni a központi gyűrűben. Mostanra ezek a forró foltok már halványulnak, és a foltok eltűnési üteme alapján számítva a gyűrű valószínűleg egy évtizeden belül teljesen fel fog bomlani (4. ábra).

Az SN 1987A szupernóva-maradvány és a csillag körüli anyagfelhő vizsgálata egy másik szempontból is igen jelentős. Jelenlegi elképzeléseink szerint ugyanis a szupernóva-robbanásoknak igen fontos szerepük van a kozmikus porképződésben. A csillagközi por pedig nélkülözhetetlen a bolygók és így közvetett módon az élet kialakulásához. A csillagrobbanások során kialakuló porképződési folyamatok tanulmányozása ezért napjaink asztrofizikájának egyik fontos területe. Nem meglepő tehát, hogy az SN 1987A esetén is megindult a kutatás a robbanás során (vagy még azt megelőzően) keletkezett por után. A porképződésre először a szupernóva késői (400 nappal a robbanás után felvett) spektruma engedett következtetni (5. ábra), de magában a táguló maradványban lévő por-szemcsék egyértelmű kimutatása csak az ALMA (Atacama Large Millime-



5. ábra. Az SN 1987A késői színeke, amelyben porképződésre utaló jelek figyelhetők meg. A rövidebb hullámhosszakon megfigyelhető, az úgynevezett meleg por által keltett sugárzást a Spitzer-űrtávcső, míg a hideg por spektrális járulékát a Herschel-űrszonda tanulmányozta (ESA/NASA-JPL/Caltech/UCL).

ter/submillimeter Array) rádióteleszkóp-hálózat segítségével valósult meg 2012-ben (6. ábra a színes mellékletben, Indebetouw és társai 2014). E vizsgálat eredményeként szén- és szilíciumtartalmú porszemcsék váltak láthatóvá, amelyek az elhelyezkedésük alapján a robbanás során jöhettek létre. Az azonban még mindig válaszra váró fontos kérdés, hogy vajon ez a jelentős mennyiségű por képes lesz-e túlélni a még mindig táguló lökeshullám hatását (Fransson és társai 2015). Erre a kérdésre majd csak a következő harminc év megfigyelési adatai adhatnak választ.

Hajsza a neutroncsillag után

Az SN 1987A egyik legnagyobb, máig megfejtetlen rejtélye a csillagmag összeomlásának következtében létrejött neutroncsillag hiánya. Ez a tény még önmagában nem lenne meglepő, hiszen az elméletek alapján akár fekete lyuk is keletkezhet egy szupernóva-robbanás során, azonban a detektált neutrínók alapján már teljességgel valószínűtlenné válik a feketelyuk-hipotézis. Ennek az az oka, hogy a neutrínódetektorok adatai összhangban vannak azzal, amit várni lehet egy neutroncsillag létrejöttkor. Ennek ellenére az elmúlt három

évtized során hiába keresték a legkülönbélebb távcsövek mindenféle hullámhossztartományon a maradványt, nyomát sem látták sehol.

Először a rádiótartományban indult meg a hajsza a neutroncsillag után. Ennek az az oka, hogy a neutroncsillagok egy speciális csoportja, a pulzárrok legkönnyebben éppen a rádiótartományban figyelhetőek meg (részletesen lásd például a 2017-es Meteor csillagászati évkönyvben megjelent összefoglaló írást). Az ilyen erősen mágneses, rendkívül gyorsan forgó neutroncsillagok egy, a világítótorony fénypázmáihoz hasonló, a Földről nézve periodikusan „felvillanó” rádiónyalábot bocsátanak ki (ha a mágneses tengely valamelyik pillanatban a Föld felé mutat). A rádióteleszkópok kudarca után a kutatók igyekeztek a neutroncsillag sugárzásának következtében felmelegített porfelhők infravörös sugárzását kimutatni, azonban ezzel sem jártak sikerrel. Egyes elképzelések szerint esetleg a röntgentartományban lenne érdemes kutakodni az elveszett maradvány után, de a robbanáskor keletkezett lökéshullám és a csillag körüli anyag kölcsönhatása nyomán keletkezett gyűrű is intenzíven sugároz ebben a hullámhossztartományban, ami rontja a felfedezés esélyét.

Azonban ez a sok sikertelen próbálkozás sem képes eltántorítani a kutatókat a vizsgálatok folytatásától, ugyanis a csillagászok meg vannak győződve arról, hogy a neutroncsillag ott van, csak túl gyenge a sugárzása ahhoz, hogy a jelenlegi műszereinkkel érzékelhető legyen. Vagyis a megoldás kulcsát a technológia fejlődése jelentheti. Így egyelőre nem tehetünk egyebet, mint bizakodva fordulunk a jövő felé, és reméljük, hogy hamarosan véget ér a hajsza a rejtőzködő neutroncsillag után.

A történet folytatódik

Annak ellenére, hogy az SN 1987A tekinthető az eddig legrészletesebben tanulmányozott szupernóva-robbanásnak, mégis számos megoldandó probléma és megválaszolandó kérdés maradt vele kapcsolatban:

- Miért olyan a robbanás során keletkezett kémiai elemek eloszlása és összetétele, amilyennek látjuk?
- Miért nem bukkantunk a neutroncsillag nyomára?
- Milyen folyamat(ok) volt(ak) felelős(ek) a jellegzetes hármas gyűrű és a forró foltok kialakulásáért?
- Mi lesz a robbanás során keletkezett por sorsa?

Ezek és még rengeteg egyéb kérdés az, ami újra és újra az SN 1987A felé fordítja a csillagászok figyelmét. Így az eddig napvilágot látott közel 3000 szakcikk ellenére mind a mai napig a kutatások kereszttüzé-

ben áll ez a rendkívül különleges objektum. A tervek szerint az érdeklődés a jövőben sem fog csillapodni, ugyanis az egyre jobb, újabb eszközök a jelenleginél jóval részletesebb képet lesznek képesek szolgáltatni a szupernóva-maradvány környezetéről és a lökeshullám terjedéséről. Az SN 1987A-t övező rejtélyek végső(?) megoldását tehát a jövő teleszkópjaitól várjuk, amelyek új nézőpontokból tekintenek majd erre az egyedülálló objektumra.

Galaktikus szupernóvát mindenkinek!

A nagy égbolttfelmérő programoknak hála gyakorlatilag napi szinten fedezünk fel újabb és újabb szupernóvákat, azonban a szabad szemmel is észlelhető robbanások nagyon ritkák. Egyes becslések szerint a Tejútrendszerben évszázadonként körülbelül két ilyen eseményt kellene megfigyel-nünk. Ezzel szemben a legutóbbi galaktikus szupernóvát (SN 1604) Johan-nes Keplernek több mint 400 évvel ezelőtt volt szerencséje megfigyelni.

Habár ezt az űrt némiképp betöltötte az SN 1987A tanulmányozása, amely minden kétséget kizáróan közelebb vitt minket a szupernóvákban lezajló folyamatok jobb megértéséhez, azonban nem szabad elfelejteni azt a tényt, hogy ez az objektum, bár közeli, de mégsem a mi Tejútrendsze-rünkben robbant fel. Ráadásul az elmúlt 30 év vizsgálatai alapján az is nyilvánvalóvá vált, hogy az SN 1987A semmilyen szempontból sem tekinthető egy tipikus, magösszeomlással keletkező szupernóvának, azaz mind a csillagfejlődést, mind a szupernóva-robbanást leíró modellek el-lenőrzése szempontjából elengedhetetlen lenne egy legalább ilyen közeli, „községes” szupernóva felfedezése.

Összességében tehát megállapítható, hogy bár az asztrofizikusok részéről az SN 1987A teljes mértékben megérdemli a ráfordított figyelmet, azért mégis minden csillagász álma, hogy végre a Tejútrendszerben is megfigyel-hessen egy szupernóvát. Szóval, galaktikus szupernóvát mindenkinek!

Hivatkozások

- Arnett W. D., Bahcall J. N., Kirshner R. P., Woosley S. E., 1989, ARA&A, 27, 629.
 Blanco V. M., Gregory B., Hamuy M., Heathcote S. R., et al., 1987, ApJ, 320, 589.
 Burrows C. J., Krist J., Hester J. J., Sahai R., et al., 1995, ApJ, 452, 680.
 Catchpole R. M., Whitelock P. A., Feast M. W., Menzies J. M., et al., 1988, MNRAS, 231, 75.
 Fransson C., Cassatella A., Gilmozzi R., Kirshner R. P., et al., 1989, ApJ, 336, 429.
 Fransson C., Larsson J., Migotto K., Pesce D., et al., 2015, ApJ, 806, 19.
 Indebetouw R., Matsuura M., Dwek E., Zanardo G., et al., 2014, ApJ, 782, 2.
 Koshiha M., 1987, ESOC, 26, 219.

- Kunkel W., Madore B., Shelton I., Duhalde O., et al., 1987, *IAUC*, 4316.
Mattila S., Lundqvist P., Gröningsson P., Meikle P., et al., 2010, *ApJ*, 717, 1140.
Menon A., Heger A., 2017, *MNRAS*, 469, 4649.
Petermann I., Langer N., Castro N., Fossati L., 2015, *A&A*, 584, A54.
Podsiadlowski P., Joss P. C., Hsu J. J. L., 1992, *ApJ*, 391, 246.
Walborn N. R., Lasker B. M., Laidler V. G., Chu Y.-H., 1987, *ApJ*, 321, 41.
West R. M., Lauberts A., Schuster H.-E., Jorgensen H. E., 1987, *A&A*, 177, 1.
Wheeler J. C., Harkness R. P., 1990, *RPPh*, 53, 1467.

PARAGI ZSOLT

Gyors rádiótranziensek

Bevezetés – „lassú” rádiókitörések és a VLBI

A rádiócsillagászat talán egyik legizgalmasabb kutatási területe a tranziens rádióforrások tanulmányozása. A megfigyelhető jelenségek a flerező csillagoktól kezdve a kataklizmikus eseményekig sok mindent magukban foglalhatnak. Például a kilencvenes évek egyik izgalmas eredménye a mikrokvazárok felfedezése volt, amelyekben egy fekete lyuk által kibocsátott relativisztikus anyagnyalábot (jet) figyelhetünk meg (Paragi 2004). Ez a jelenség több szempontból hasonló a sok (száz)millió naptömegű aktív galaxismagokban (Active Galactic Nuclei, AGN¹) lejátszódó folyamatokhoz (Frey 2003). Az utóbbi két évtizedben egyre több figyelem fordult az utóbbiak felé, az első AGN körüli árapályjelenségek felfedezésével: a fekete lyuk egy a közelben elhaladó csillagot tesz gravitációsan instabillá, és anyagának egy részét elnyeli, illetve nyaláb formájában kilöveli. Relativisztikus anyagkifújások összeolvadó neutroncsillagok eredményeként is létrejöhetnek, ami egyrészt erős gravitációs hullámokat kelt, másrészt az egész elektromágneses spektrumban megfigyelhető, és ezen maradványsugárzás megtalálása jelenleg az egyik kiemelkedően fontos kutatási téma.

A tranziensek értelem szerint rövid idő alatt bekövetkező jelentős változások. A rövid idő egyben kis látszó szögméretet is jelent, mivel az objektum mérete a fény-idő hatás miatt nem lehet nagyobb, mint amennyi utat a fény a változás időtartama alatt megtehet. Ezért van szükség gyakran a nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) technikájára, amely a ma elérhető legnagyobb szögfelbontású (tipikusan ezred ívmásodperces) méréseket teszi lehetővé a csillagászatban (Frey 1998). A VLBI számos fontos eredménnyel járult

¹ A továbbiakban néhány hasonló, jól bevett rövidítést angolul adok meg, ez könnyíti a külföldi szakirodalomban az eligazodást.

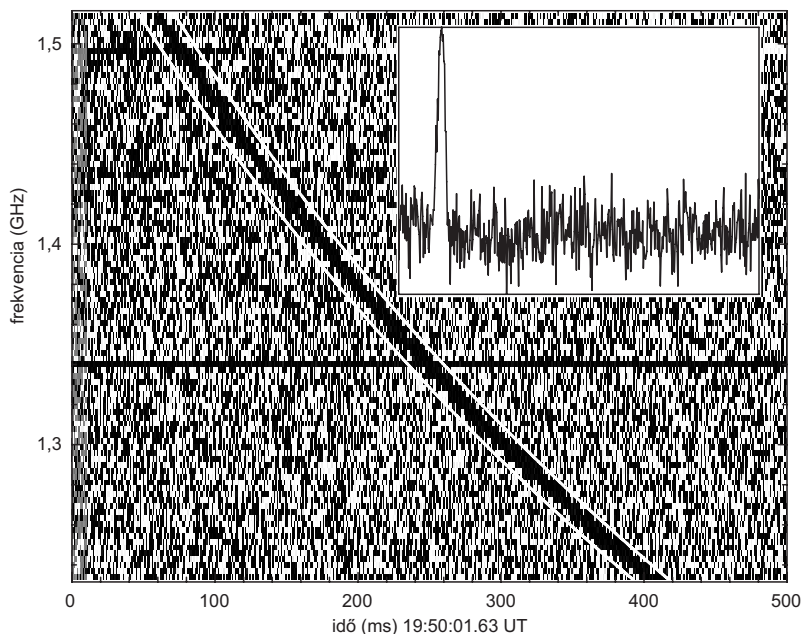
hozzá a tranziensek kutatásához. Például így sikerült a nyolcvanas években kimutatni hogy a klasszikus nóvák által ledobott anyag nem gömb-szimmetrikus; az utóbbi években pedig a klasszikus nóvák által kibocsátott gamma-sugárzás helyét sikerült ilyen módon meghatározni (Chomiuk és társai 2014). A szupernóvák és gammakitörések nyomán keletkező rádióhéj tágulásának pontos mérésével pedig a csillag körüli anyagról nyerhetünk információkat, ami a felrobbanó csillag típusának azonosításában játszik fontos szerepet.

A fent említett események időskálája a néhány perctől (flercsillagok) a néhány napon át (mikrovazárok) egészen több évig terjedhet (AGN-ek esetében). Közös bennük, hogy tipikusan a néhány GHz frekvencián detektálhatók a legerősebben, a sugárzás eredete pedig inkohérens (giro)-szinkrotron. Ebben az esetben elektronok gyorsulnak fel lökeshullámokban relativisztikus sebességekre, és lépnek kapcsolatba a mágneses térrel. A hosszú időskála miatt ezeket lassú tranziensekként tartjuk számon. Megfigyelésük például VLBI hálózatokkal a legtöbb esetben viszonylag egyszerű, mert a kibocsátó forrás helye jól ismert optikai vagy röntgenmegfigyelések alapján, és a rádiótávcsöveket időben lehet koordináltan a célpontra irányítani. Itt a forrás pontos pozíciójának ismerete ívmásodperces skálán alapvető fontosságú. Ennek az az oka, hogy habár egy egyedülálló rádiótávcső látómezeje elég széles ($\sim 1,22 \lambda/D$, ahol λ a hullámhossz és D a teleszkóp átmérője), a különböző teleszkópok kombinált látómezeje a VLBI adatok korrelálása² után drasztikusan lecsökken, tipikusan néhány (tíz) ívmásodpercre. Van ugyan lehetőség több különböző pozícióra elvégezni a korrelálást, vagy nagyon finom spektrális és időbeli integrálással megőrizni az egész látómezőt, de erre általában a pozíciók jó ismerete miatt nincs szükség. Láthatjuk, hogy a klasszikus rádiótranziensek megfigyelése viszonylag egyszerű, és évtizedekre nyúló hagyománya van. A rég megszokott praktikák azonban nem mindig működnek egy új jelenség esetében.

A gyors rádiókitörések felfedezése

A 64 m átmérőjű Parkes-rádiótávcső egyike a rádiócsillagászat klasszikus teleszkópjainak: híres például az első emberes Holdra szállás élő közvetítésében játszott szerepéről, amiről játékfilm is készült. A nagy

² A korrelálás a rádióinterferometria alapja. A teleszkópok által vett jelet páronként, apró időkülönbségek sorozatával időben egymás mellett eltolva összegezzük egy meghatározott integrációs időre és frekvenciatartományra.



1. ábra. A Lorimer-kitörés jele a kb. 1,2-1,5 GHz tartományban. A vízszintes tengely az eltelt időt mutatja ezred másodpercben. Jól látható, hogy a jel érkezési ideje a diszperzió jelensége miatt az alacsonyabb frekvenciákon egyre későbbre tolódik. A két fehér vonal a láthatóságot segíti, távolságuk 15 ezred másodperc. A beillesztett ábrán a diszperziós korrekció utáni, frekvenciában átlagolt jel időfüggését láthatjuk. A mért diszperzió ismereteink alapján kizárja a tejútrendszerbeli eredetet (Lorimer és társai 2007).

öregekkel az a probléma, hogy idővel a fenntartásukat egyre nehezebb megindokolni – jelenleg például a fél évszázadon át legnagyobb rádió-távcső, a 305 m-es Arecibo-teleszkóp is finanszírozási nehézségekkel küzd. Az ausztrál rádiócsillagászok frappáns megoldást találtak, amivel jól bevált műszerüket ismét a kutatás élvonalába repítették: felszereltek egy több vevőből álló rendszert, amivel a teleszkóp kihasznált látómezejét megtöbbszörözték. Ennek jelentős hatása volt, ugyanis az egyik fő kutatási program új pulzárok keresése volt, és a hatásfok így jelentősen javult. A pulzárok relativisztikus neutroncsillagok, az erős gravitációs effektusok tanulmányozásában kiemelt szerepet játszanak. Gyors forgásuk során periodikusan nagyon rövid, néhány ezred másodperces rádió-impulzusokat bocsátanak ki felénk.

A fényesebb pulzárok kisebb rádióteleszkópokkal is megfigyelhetők, akár egyes impulzusokként is. A halványabbak megtalálása teljesen más technikát igényel. Ebben az esetben hosszabb időn át rögzített adatok Fourier-analízisével találhatunk rá periodikus jelekre. A másik lehetséges előrelépés a pulzárok felfedezésében az eszközök fejlesztése mellett tehát a különböző detektálási technikákban és algoritmusokban van. A próbálkozások során kifejlesztettek egy módszert, amely nem periodikus pulzusok, hanem egyedülálló rövid jelek detektálására volt alkalmas. Ezzel a módszerrel egy érdekes felfedezést tettek 2006-ban: vannak olyan neutroncsillagok is, amelyek nem minden periódusban bocsátanak ki pulzusokat (de amúgy az összes jelük illeszkedik egy jól meghatározott periódusra). Ezeket forgó rádiótranzienseknek (Rotating Radio Transient RRAT, McLaughlin és társai 2006) nevezték el.

Az ilyen rövid pulzusok a neutroncsillag magnetoszférájából erednek, koherens sugárzási folyamatok eredményeként. A jel a galaxisközi ritka, ionizált anyagon halad át, ami frekvenciafüggő időkést okoz – ezt diszperzióknak hívjuk. A detektálás egyik nehézsége éppen a diszperzió ismeretlen mértéke, hiszen a nagyon rövid pulzus egy bizonyos frekvenciatartományban megfigyelve a frekvenciától függően időben „elkenődik”. Végig kell tehát haladni egy egész sor lehetséges diszperziós értéken, amelyekre korrigálva megpróbálhatunk egy halvány jelet kimutatni. A Tejútrendszerben ennek a mértéke iránytól függően jól becsülhető, köszönhetően a számos korábbi pulzármegfigyelésnek. A diszperzió mértéke a szabad elektronok látóirányban mért átlagos sűrűségének és a távolságnak a szorzatával egyenlő, értéke pedig néhány tíztől néhány száz pc/cm^3 (parszek \times elektronsűrűség köbcéntiméterenként).

Az éveken át felhalmozott archív adatokat elkezdték szisztematikusan újrazvizsgálni a továbbfejlesztett algoritmusokkal, további pulzárok és RRAT források után kutatva. Ez a kutatás rendkívül meglepő eredményt hozott. Sikerült egy nagyon erős, csupán néhány ezred másodpercig tartó jelet azonosítani (1. ábra), amelynek a $DM = 375 \text{ pc}/\text{cm}$ diszperziós mértéke (Dispersion Measure, DM) jóval felülmúlta a látóirányban várható tejútrendszerbeli értéket (Lorimer és társai 2007). Valamiféle helyi interferencia lenne a jel okozója? Ez már sok esetben tréfált meg rádiócsillagászokat. A Lorimer-kitörés, ahogy megtalálójáról elnevezték, azonban nem jelent meg a Parkes-teleszkóp összes vevőjében, ahogy azt földi interferencia esetén várhatnánk. A legegyszerűbb magyarázatnak az tűnt, hogy a jel a Tejútrendszeren kívülről érkezett, a diszperziótöbblet pedig az anyaggalaxis és az intergalaktikus tér hatása. Az anyaggalaxis becsült távolsága mintegy 500 Mpc, ami körülbelül $z = 0,12$ vörösetolódásnak felel meg.

Lehetséges hogy egy kósza RRAT jelét sikerült fogni, vagy a pulzároknál gyakran előforduló úgynevezett óriáspulzust? Ebben az esetben idővel várhatnánk újabb jeleket ebből az irányból, de a Lorimer-kitörés azóta sem ismétlődött meg. Ez valamilyen teljesen új jelenségre utalt, amit gyors rádiókitöréseként (Fast Radio Burst, FRB) ismer ma a szakirodalom.

A gyors rádiókitörés dilemma

Vajon tényleg kozmikus jelet sikerült fogni? Egészen az utóbbi időkig nem volt mindent elsőprő bizonyíték erre, a választ kereső csillagászok optimizmusa pedig az évek során folyamatosan hullámzott. A probléma eredete a következő: a Parkes-teleszkóp egyetlen vevőjének látómezeje mintegy 15 ívperc, de ezen belül a kitörés pontos helyzete nem ismert, ezért a jel forrása is ismeretlen maradt. A legnagyobb csapás az volt, amikor kiderült, a mikrohullámú sütők (ha a melegítés befejezte előtt nyitjuk ki őket) nagyon hasonló jeleket produkálnak. Ilyen jeleket a Parkes-teleszkóp méréseiben is találtak – de ezekben az esetekben mindig nyilvánvaló volt a földi eredet, mert a jel az összes vevőben megjelent (Petroff és társai 2015). Egészen 2013-ig kellett várni az első jelentős áttörésre, amikor négy új FRB felfedezését tették közzé. A tanulmány kitért arra is, hogy az egész égbolton várható gyors rádiókitörések száma elérheti a 10 000-es nagyságrendet naponta (Thornton és társai 2013). Vajon miért nem tudjuk ezeket detektálni más teleszkópokkal? Erre részben a Parkes többvevős rendszere adja a választ, hiszen jóval nagyobb látómezőt lehet vele lefedni egy meghatározott idő alatt. Aztán 2014-re meglett az első – Arecibo által felfedezett – FRB is, amelyet aztán követtek más teleszkópok is.

Jelenleg mintegy 20 gyors rádiókitörést ismerünk, de számuk rohamosan növekedhet, mire ez a kézirat megjelenik. Az viszont biztos, hogy idáig több elmélet jelent meg az FRB-k eredetéről, mint amennyit eddig találtunk. A többség egyetért az extragalaktikus eredetben. A nagyon rövid időtartam erősen behatárolja a kibocsátó objektum kiterjedését ($ct < 3 \cdot 10^7$ cm), ami jól egyezik egy neutroncsillag méretével ($\sim 10^6$ cm), de nem zárható ki egy fekete lyuk sem (Schwarzschild-sugár $3 \cdot 10^5 M/M_\odot$ cm) (Katz 2016). Az egyetlen ismert objektum, ami hasonló jeleket bocsát ki, valóban a forgó neutroncsillag. A nagy távolság miatt azonban a gyors rádiókitörés során kibocsátott energia a 10^{40} erg értéket is elérheti, ami nagyságrendekkel meghaladja a pulzárokét. Ezért mindenképpen valamilyen extrém objektumról van szó. Az energetikai problémát megoldaná az a sok vitát gerjesztő javaslat, miszerint az FRB-k közeli, fősorozati csilla-

gok kitöréseiben keletkeznek, a *DM* többlet pedig a csillagkoronából ered. Az FRB-k nem ismétlődő természete viszont akár kataklizmikus eseményre is utalhat, ami szintén megoldaná az energetikai problémát (a szuper-nóvák és gammakitörések energiája például messze felülmúlja a gyors rádiókitöréseket). Az egyik ilyen javaslat egy nagyon gyorsan forgó „túl-súlyos” neutroncsillag volt, amely forgási energiát veszít az erős mágneses tere következtében. Amint a centrifugális erő nem képes tovább ellensúlyozni a gravitációs hatást a csillag összeroppan, és egy fekete lyuk keletkezik. A számos modell között több foglalkozik pulzárokkal és magnetárokkal (különösen erős mágneses terű neutroncsillagok). De egyes szerzők szerint az AGN eredetet sem lehet kizárni, mert például egy relativisztikus anyagkilövellés ütközése a csillagközi anyaggal létrehozhat kis méretű plazmaüregeket, amelyek a kibocsátó források lehetnek. Úgy tűnik, nem lesz nagy előrelépés az FRB-k megértésében, amíg nem sikerül legalább egyet pontosan lokalizálni.

A gyors rádiókitörések azonban nemcsak önmagukban érdekesek, hanem rendkívül nagy jelentőségűek lehetnek a kozmológiában is – már ha valóban olyan távoliak. Amint korábban említettem, a jel diszperziójának mértéke a látóirányban mért szabad elektronok oszlopsűrűségével arányos. A kezünkben lenne egy olyan módszer, amellyel a galaxisok közötti anyagot fel tudnánk térképezni. Miért fontos ez? Jelenlegi ismereteink szerint a Világegyetem nagy részét sötét anyag tölti ki, a barionos anyag az összes tömegnek csak mintegy öt százalékát adja. De még ennek az öt százaléknak sem látjuk a nagy részét, az valahol a galaxisok között helyezkedik el. Ezen anyag eloszlásának pontos ismerete viszont szükséges a galaxiskeletkezési elméletek ellenőrzéséhez, illetve finomhangolásához. A gyors rádiókitörések diszperziójának (a távolság függvényében) statisztikus vizsgálatára van szükség, ehhez több ezer FRB-t kellene megfigyelni, és távolságukat pontosan meghatározni. A távolságot csak úgy tudjuk meghatározni, ha azonosítjuk a galaxist, ahol a gyors rádiókitörés forrása található, és megmérjük annak vöröseltolódását. Ehhez a jel koordinátáinak mintegy ívmásodperces pontosságú ismerete szükséges, amely egyetlen rádióteleszkóppal nem érhető el.

Hogyan lokalizáljuk a gyors rádiótranzienseket?

A lassú rádiótranziensekkel ellentétben az FRB-k égi pozícióját nyilvánvalóan nem lehet a kitörés után interferométeres mérésekkel finomítani. Hacsak nem valamilyen kataklizmikus eseményhez kötődnek, például neutroncsillagok összeolvadásához. Ha egy relativisztikus kilövellés ke-

letkezik, vagy az FRB-t követően egy nagy sebességgel ledobott anyag-héj a csillagközi anyaggal találkozik, ott lökéshullámokban elektronok gyorsulnak fel, és mágneses tér jelenlétében szinkrotron utósugárzást figyelhetünk meg, csakúgy mint a gammakitöréseket követően (Horváth 2012). Egy nemzetközi kutatócsoport ezért beindított egy valós idejű FRB-detektálási programot a Parkes-teleszkóppal, felkészülve a detektálást követő gyors rádióinterferométeres és optikai észlelésekre. Egy ilyen kampány végrehajtása komoly felkészültséget igényel, a valós idejű detektálás pedig nagy teljesítményű számítógép-kapacitást feltételez. A tranziens *DM* értéke ugyanis előre nem ismert, ezért nagyon sok próbaértéket kell tesztelni.

A próbálkozás sikerrel járt (2. ábra a színes mellékletben), a csoport 2016 januárjában jelentette be az FRB150418 azonosítását (az esemény 2015. április 18-án történt, Keane és társai 2016). A Parkes négyes vevőjében talált gyors rádiókitörést szinte órákon belül számos teleszkóppal megfigyelték, köztük a röntgentartományban működő Swift mesterséges holddal, az Ausztráliában lévő ATCA rádióinterferométerrel, illetve a 8,2 m átmérőjű Subaru optikai teleszkóppal. Az egyik rádióforrás a négyes vevő látómezőjében a következő napokban elhalványodott, és ennek a pozícióját az ATCA interferométerrel pontosan meg tudták határozni. Ez a teleszkóprendszer hat darab 22 méteres rádiótávcsőből áll, amelyek maximális távolsága hat kilométer. A rádióforrással megegyező pozíción egy nagy tömegű elliptikus galaxist találtak, amelynek a vöröseltolódása a Subaru-teleszkóp mérései alapján $z = 0,49$. Úgy tűnt tehát, sikerült végre az első gyors rádiókitörés anyagaxisát azonosítani, és végleg választ kaptunk a kérdésre, az FRB extragalaktikus jelenség.

Az utófénylés azonban nem tűnt el teljesen, sőt más csoportok további vizsgálatai újabb kifényesedéseket találtak a rádiótartományban a Karl G. Jansky Very Large Array (VLA) teleszkóprendszerrel. Ez a rádióforrás egy nagy tömegű elliptikus galaxis középpontjában helyezkedik el, ahol „normális” AGN aktivitás is várható, és többek között VLBI-mérések is megerősítették ezt a lehetőséget. A galaxis kapcsolata az FRB150418 kitöréssel tehát nem bizonyított, és így a gyors rádiókitörések kozmikus eredete sem.

Közvetlen helymeghatározás interferométerekkel

Sokáig úgy tűnt, az egyetlen alternatíva az utófénylés azonosítására, ha egy interferométer detektálja közvetlenül a gyors rádiókitörést. Erre is voltak próbálkozások. Az amerikai Very Long Baseline Array (VLBA)

hálózattal éveken keresztül kerestek gyors rádiókitöréseket, de nem jártak eredménnyel. Ennek részben a kis teleszkópátmérő (25 m), illetve a kis látómező volt az oka. Hasonló program indításán gondolkoztak az Európai VLBI Hálózat (European VLBI Network, EVN) hollandiai központjában is, az Európai VLBI Intézetben (Joint Institute for VLBI ERIC, JIVE). Habár az EVN hasznos látómezeje még a VLBA hálózaténál is kisebb, a számos nagy átmérőjű teleszkóp (Arecibo: 305 m; Effelsberg: 100 m; Lovell-teleszkóp: 76 m stb.) rendkívül jó érzékenységet biztosít FRB-jelek detektálásához. Két-három év munkája után sikerült is néhány erős jelet befogni az egyik neutroncsillag, az RRAT J1819–1458 irányából.

De hogyan lesz ebből meg az RRAT J1819–1458 pozíciója? A VLBI-mérések rendkívül pontos asztrometriát biztosítanak, olyannyira, hogy a csillagászatban manapság használatos égi koordináta-rendszert távoli rádiókvazárok segítségével definiáljuk (Frey 1998). A halvány forrásokat egy közeli kvazárral együtt megfigyelve megkaphatjuk a köztük lévő relatív pozíciót, amelynek a pontossága akár az ezred ívmásodperc apró töredéke is lehet. Ez jól működik állandó forrásoknál, sok órás integrálási idővel. A gyors tranziensek időskálája azonban csak néhány ezred másodperc. Először is külön kell analizálni a legérzékenyebb teleszkópok adatait, és meghatározni a tranziens pontos időpontját. A legnagyobb nehézséget itt az egyes teleszkópok vevőiben mért zavaró feszültségingadozások jelentik, amelyeket a helyi elektronika és a külső rádióinterferencia okoz. Ezek után kétféleképpen korreláljuk az adatokat: a referencia-kvazárra a hagyományos módon és a több órás megfigyelést felhasználva kalibráljuk az adatsort. Ezt követően nagyon finom spektrális és időfelbontással, tulajdonképpen csak a tranziens idejéig integráljuk az adatokat, majd az előző korrelálás kalibrációját alkalmazzuk. Ha a tranziens előzetes koordinátái körülbelül ismertek, akkor a kapott adatokból készítünk egy térképet – ellenkező esetben további praktikákra van szükség, amelyekre most nem térünk ki.

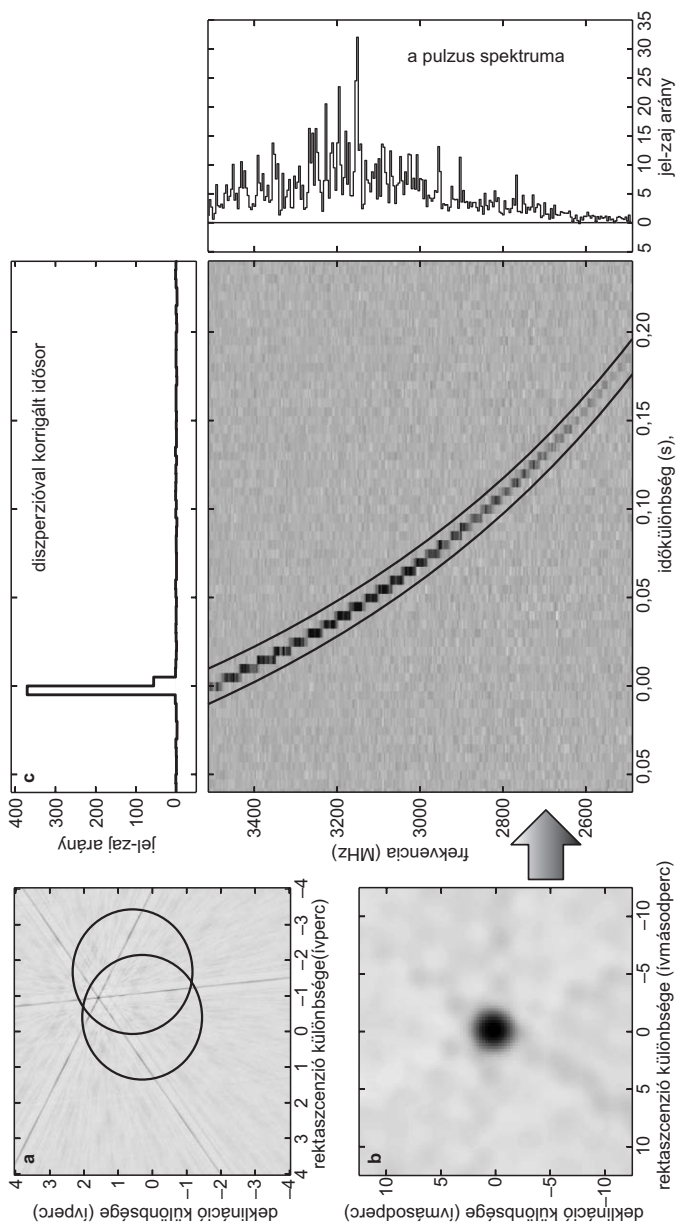
Az RRAT J1819–1458 EVN-méréseivel bizonyítást nyert, hogy gyors tranziensek pozíciója is meghatározható VLBI-mérésekkel. Az asztrometriai pontosság azonban az ilyen rövid integrálási időkre jóval kisebb, és a jel erőssége mellett annak időtartamától is függ. De kezünkben van a módszer, már csak alkalmazni kell egy valódi gyors tranziensre. Hogyan lehet azonban ilyet találni, hiszen nem tudjuk előre, hogy milyen irányból várhatók, bár naponta több ezer esemény történik. A megoldást egy váratlan felfedezés hozta, ami új távlatokat nyitott az FRB-k kutatásban.

Az ismétlődő FRB121102

Nem sokkal az FRB150418 vélt lokalizálása után jelentették be kutatók ismétlődő kitörések megfigyelését az FRB121102 irányából (Spitler és társai 2016). Azonnal beindultak az interferométeres mérések is a VLA és az EVN hálózatokkal (3. ábra). Újabb kitörésekre azonban hónapokat kellett várni, de az erőfeszítések végül eredményt hoztak. A „versenyt” a VLA nyerte meg, de az általa nyert pozíciót heteken belül tovább lehetett finomítani EVN-mérésekkel, illetve optikai mérésekkel meghatározható volt a gazdagalaxis vöröseltolódása is, ami $z = 0,19$ -nek adódott. Ezzel végleg bebizonyosodott két fontos dolog még a legszkeptikusabb csillagászok számára is: az FRB-jelenség valós, az interferométerek kombinált jele ugyanis jóval kevésbé érzékeny a zavaró, technikai eszközökből származó rádióinterferenciákra (már csak azért is, mert az interferométer elemei nagy távolságra vannak egymástól). Másodsorban megdönthetetlen bizonyítást nyert a gyors tranziensek extragalaktikus eredete, legalábbis az FRB121102 esetében. Az eredményeket három tanulmányban közölték a



3. ábra. Az FRB121102 EVN lokalizálásának művészi ábrázolása (előtérben a kulcsszerepet játszó, 305 m-es Arecibo-teleszkóp; Danielle Futselaar).



4. ábra. Az FRB121102 VLA-detektálása: a) nyers rádiótérkép; a két kör a korábbi Arecibo-detektálások látómezőjét mutatja; b) a feldolgozott („tisztított”) rádiótérkép, az interferométer pontszórásfüggvényének kiküszöbölése után; c) a gyors transziens az 1. ábráról ismert, úgynevezett vízszintes-diagramja (Chatterjee és társai 2017).

kutatók 2017 januárjában, egymással szoros koordinációban (Chatterjee és társai 2017 [4. ábra], Marcote és társai 2017 [5. ábra a színes mellékletben], Tendulkar és társai 2017).

Számos meglepetéssel járt ez a felfedezés. Az FRB121102 pozíciójával megegyező helyen egy halvány, állandó rádióforrás található, amely teljesen feloldatlan még a leghosszabb VLBI bázisvonalakkal is. Ez ugyan hasonló esetnek tűnik az FRB150418-nál találthoz, de jelentős különbségek vannak a kettő között. A nagy távolságokban lévő kompakt rádióforrások általában egy galaxismag aktivitására utalnak, de elképzelhető ok egy szupernóva-robbanás vagy annak maradványa is. Ebben az irányban nem volt azonban szupernóva, és a teljes rádioluminozitás nagyságrendekkel meghaladja az általunk eddig ismertekét. Az AGN elmélettel viszont probléma, hogy a jelek egy törpegalaxis irányából jöttek, aminek az össztömege néhányszor százmillió naptömeg. Ilyen galaxisban nem várható szupernagy tömegű fekete lyuk. Szóba kerülhet egy közepes tömegű fekete lyuk is, néhányszor tízezer vagy százezer naptömeggel. Ehhez azonban túl fényes az objektum a rádiótartományban, és a röntgen- és rádioluminozitások aránya is szokatlan. Úgy tűnik, mindenképpen egy különleges, eddig nem látott objektummal van dolgunk. De vajon tényleg kapcsolatban áll az FRB121102 jelenség az állandó rádióforrással, vagy csak annak a közeléből származik? Ehhez az EVN-mérések fontos adalékot adhatnak, mivel a kitérések és az állandó forrás pozíciója mintegy 10 ezred ívmásodpercen belül megegyezik (a VLA adatai ennél mintegy tízszer bizonytalanabb pozíciót adtak meg, aminek a sokkal kompaktabb teleszkópkonfiguráció az oka, vagyis a kisebb szögfelbontás). Ez mintegy 40 parszeknek felel meg. Tehát mindenképpen közel vannak egymáshoz, és a fizikai kapcsolat nagyon valószínű. További VLBI-mérések magasabb frekvencián ezt még jobban behatárolhatják a jövőben.

A másik érdekességet a törpegalaxis optikai spektruma szolgáltatta, amelynek alapján az meglehetősen szegény fémekben (hidrogénnél és héliumnál nehezebb elemekben). Két másik jelenség köthető hasonló galaxisokhoz, ezek a szuperfényes szupernóvák, és a hosszú gamma-kitérések. Mi lehet (ha van egyáltalán) a jelentősége egy ilyen csillagkörnyezetnek? Azt tudjuk, hogy nagy tömegű csillagok és fekete lyukak fémszegény gázból könnyebben keletkezhetnek. Ha a gyors kitérések általában ilyen típusú törpegalaxisokból származnak, az segítheti a későbbi FRB-k azonosítását akkor is, ha nem áll rendelkezésünkre interferométeres mérés.

A VLBI-mérések pontosságának van még egy nagyon fontos előnye. Míg az ívmásodperces asztrometria elegendő a gazdagalaxis azonosításá-

hoz, a VLBI technika segítségével, ha jó felbontású optikai mérések is elérhetők, pontosan behatárolható az FRB-k pozíciója a galaxison belül: azok magjában helyezkednek el, vagy valamilyen más környezetben. Az FRB121102 esetén egyre több olyan bizonyíték gyűlik össze, amely erős csillagkeletkezésre utal, még hozzá a törpegalaxis peremén (a legújabb Hubble-űrtávcsöves mérések publikálása folyamatban van). A fentiek alapján nagyon valószínű, hogy az állandó forrás ténylegesen egy különleges szupernóva-maradvány, amit például egy erősen mágneses neutron-csillag fűt fel, és az utóbbi felelős a gyors rádiókitörésekért is. Ha ez így van, akkor hosszú távon várható az állandó forrás halványodása, illetve a jelek diszperziójának csökkenése is (ugyanis ezt részben a szupernóva-maradvány anyaga is okozhatja). Még néhány más modellt sem lehet teljesen kizárni, de egy dolog már biztosnak tűnik: az FRB-ket tejútrendszerbeli flerező fősorozati csillagok nem okozhatják.

Utószó – FRB-kereső észlelőprogramok

Az FRB121102 adott végleges választ sok kérdésünkre, de új távlatokat is nyitott a gyors rádiótranziensek kutatásában. Sorra indulnak be FRB-kereső programok különböző teleszkópokkal. Az ausztráliai UTMOST és ASKAP interferométerek már be is jelentették az első sikeres detektálásokat, a Kanadában épülő CHIME pedig hamarosan százával fog új tranzienseket találni. Hollandiában az alacsony frekvencián működő LOFAR és a GHz tartományban működő APERTIF (a híres westerborki rádióteleszkóp-rendszer felújított változata) fogja szállítani az EVN számára az újabb érdekes célpontokat. Fontos kérdés, hogy van-e a gyors tranzienseknek több populációja, és mik ezeknek a kibocsátó objektumai. Fontos megtudnunk, található-e még számunkra látható FRB kozmológiai kutatásokra is hasznos vöröseltolódásoknál. Mindezen kérdésekre a választ csakis összehangolt, az elektromágneses spektrum jó részét lefedő további megfigyelésekkel tudunk majd választ adni.

A gyors rádiókitörések VLBI detektálását és pontos helyzetmeghatározását célzó kutatóprogram a szerző vezetésével az Európai VLBI Intézetben zajlott (JIVE, Dwingeloo, Hollandia).

Irodalom

Chatterjee, S. et al. (2017) *Nature*, 541, 58.

Chomiuk, L. et al. (2014) *Nature*, 514, 339.

Frey Sándor: in *Meteor csillagászati évkönyv* 1998, 178–187.

- Frey Sándor: in Meteor csillagászati évkönyv 2003, 222–234.
Horváth István: in Meteor csillagászati évkönyv 2012, 291–306.
Katz, J. I. (2016) *Mod. Phys. Lett. A*, Vol. 31, No. 14.
Keane, E. F. et al. (2016) *Nature*, 530, 453.
Lorimer, D. R. et al. (2007) *Science*, 318, 777.
Marcote, B. et al. (2017) *ApJ*, 834, L8.
McLaughlin, M. A. et al. (2006) *Nature*, 439, 817.
Paragi Zsolt: in Meteor csillagászati évkönyv 2004.
Petroff, E. et al. (2015) *MNRAS*, 451, 3933.
Spitler, L. et al. (2016) *Nature*, 531, 202.
Tendulkar, S. P. et al. (2017) *ApJ*, 834, L7.
Thornton, D. et al. (2013) *Science*, 341, 53.

DÁLYA GERGELY – BÉCSY BENCE
A gravitációshullám-asztrofizika
születése

Bevezetés

A csillagászat sok ezer évig egyedül a szabad szemes megfigyelésekre támaszkodott, mígnem a 17. században a távcsövek megalkotása radikális változást hozott. Ma már a távcsövek segítségével nemcsak a látható tartományban, hanem az elektromágneses sugárzások teljes spektrumán vizsgáljuk az Univerzumot, és még jelenleg is majdnem minden tudásunk a Naprendszeren túli világról elektromágneses hullámok megfigyelésének köszönhető.

A gravitációshullám-asztrofizika terén ott tartunk most, ahol négyszáz évvel ezelőtt, az első megfigyelések éveiben a távcsöves csillagászat tartott. Az új lehetőségnek köszönhetően akkor sok tudománytörténeti jelentőségű felfedezés történt, most is azt várjuk, hogy az elkövetkező években és évtizedekben izgalmas, új ismeretekre tehetünk szert a Világegyetem működéséről.

A gravitációs hullámoktól mint az elektromágneses hullámoktól teljesen független információhordozóktól többek között olyan objektumok jobb megértését várjuk, mint a fekete lyukak és a neutroncsillagok, de a szupernóva-robbanások belsejébe is bepillantást nyerhetünk, és a Világegyetem fejlődéstörténetéről is információkat kaphatunk.

Az alábbiakban áttekintjük a gravitációs hullámok alapvető jellemzőit, majd azok első észleléseit megvalósító Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) detektorainak működését. Utána bemutatjuk az eddigi észleléseket, és ismertetjük azt, hogyan nyerhetünk egy objektumról még több információt, ha megfigyeljük az általa kibocsátott gravitációs és elektromágneses hullámokat is; ezt nevezzük többszörös csillagászatnak. Végül kitekintést adunk, hogy mi várható a közeljövőben a gravitációshullám-asztrofizika területén.

A gravitációs hullámok felfedezéséért a 2017. évi fizikai Nobel-díjat Rainer Weissnek, Barry C. Barish-nek és Kip S. Thorne-nak ítelték.

A gravitációs hullámok és azok keltése

A gravitációs hullámok az Albert Einstein által 1915-ben publikált, a gravitáció geometriai leírását adó elmélet, az általános relativitáselmélet jóslatai. Ahogy a neve is mutatja, az általános relativitáselmélet a speciális relativitáselmélet általánosítása, amely a térről és időről alkotott fogalmainkat alapvetően átformálta. Így a gravitációs hullámok jobb megértésének érdekében tekintsük át röviden a speciális és az általános relativitáselmélet által leírt néhány alapvető jelenséget!

Képzeljünk el két vonatot, amelyek egymás mellett, egy irányban haladnak, ugyanakkora sebességgel. Ha mi az egyik vonaton ülünk, akkor azt fogjuk látni, hogy a másik vonat hozzánk képest áll. A hétköznapi tapasztalataink tehát azt mutatják, hogy ha ki szeretnénk számolni, hogy az álló talajhoz képest mozgó megfigyelőkként mekkorának mérnénk egy szintén mozgó test sebességét, úgy a test sebességéből egyszerűen csak le kellene vonnunk a megfigyelőként felvett sebességünket. Hasonló tapasztalat, hogy a gerelyhajítónak érdemes nekifutásból eldobnia a gerelyt, mivel ekor a sportszer sebességéhez a nekifutás sebessége is hozzáadódik.

Tehát az a hétköznapi tapasztalatunk, hogy a sebességek összeadhatók és kivonhatók egymásból. Kiderült azonban, hogy bármilyen sebességgel mozgunk is, a fény mindig fénysebességgel halad hozzánk képest. Ez a tény pedig elkerülhetetlenül ahhoz vezet, hogy a sebességek nem lesznek egyszerűen összeadhatók, hiszen akkor a fényhullám sebességéhez is hozzá kellene adnunk a megfigyelő sebességét. A probléma megoldását az Einstein által 1905-ben közzétett speciális relativitáselmélet adja, amelyben az egyszerű összeadás helyett egy bonyolultabb összefüggés írja le a sebességek összeadását. Kiderül például, hogy a fény határsebesség. Ez azt jelenti, hogy egy testet folyamatosan gyorsítva az ugyan egyre nagyobb sebességre tesz szert, és egyre jobban megközelíti a fénysebességet, de azt sosem érheti el, vagy lépheti át.

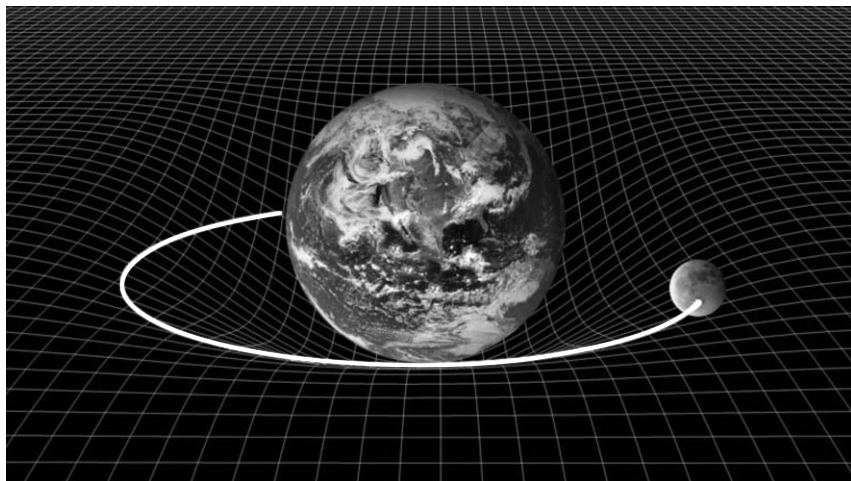
A sebesség-összeadás szabályának megváltozása arra utal, hogy a távolságok és időtartamok mérésének szabálya is más, mivel a sebesség a megtett távolság és az eltelt idő hányadosával egyenlő. Ezért a speciális relativitáselmélet végül is a klasszikus mechanika újszerű leírását adja, amely immár összhangban van azzal a megfigyeléssel, hogy a fény sebessége minden megfigyelő számára azonos. Kiderült, hogy a klasszikus mechanika csak a speciális relativitáselméletnek a kis sebességek világában működő határeset. Ettől függetlenül természetesen ma is nap mint nap használjuk a klasszikus mechanikát, mivel a hétköznapi életben előforduló esetekben az kielégítő pontosságú.

Vannak olyan speciális vonatkoztatási rendszerek, amelyekben ha egy testre nem hat erő, akkor az egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez. Ezeket nevezzük inerciarendszereknek. Ha egy ilyen rendszerben igaz valamilyen fizikai törvény, akkor azt várjuk, hogy egy másik inerciarendszerben is igaz lesz. Bonyolultabb a helyzet a kanyarodó buszon: azt érezzük, hogy egy erőhatás ér minket, ennek azonban nem tudjuk azonosítani a forrását. Az ilyen erőket hívjuk tehetetlenségi erőknek, amelyek abból fakadnak, hogy nem inerciarendszerben vagyunk. A speciális relativitáselmélet megalkotása után szükségessé vált, hogy ilyen rendszerekben is írjuk fel az új fizikai törvényeket. Emellett volt egy másik probléma is: a gravitációt hiába próbálták beilleszteni a speciális relativitáselmélet keretei közé.

Einstein rájött, hogy a két dolog kapcsolatban áll egymással. A tehetetlenségi erőket az különbözteti meg a valódi erőktől, hogyha megfelelőképpen mozgunk, akkor ki tudjuk küszöbölni a tehetetlenségi erők hatását. Ha pedig valaki szabadesésben zuhan, vagy a Föld körül kering, akkor azt veszi észre, hogy sikerült a gravitációs erőt is kiküszöbölnie, vagyis a súlytalanság állapotába került. A gravitáció tehát tehetetlenségi erőnek tekinthető!

Nézzük meg, hogy mi történik, ha egymástól távol lévő két űrhajó zuhan a Föld felé! Mindkét űrhajóban súlytalanság van, és a bennük elvégzett mérésekkel megállapíthatják az űrhajósok, hogy inerciarendszerben vannak. Ha azonban megnézik, hogy hozzájuk képest hogyan mozog a másik űrhajó, azt fogják tapasztalni, hogy az nem egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez, mint azt egy inerciarendszerben lévő testtől elvárnánk. Ez azt jelenti, hogy nem lehet egy nagy globális inerciarendszert létrehozni: a két űrhajó külön-külön egy-egy inerciarendszernek tekinthető, de az egész Föld már nem. Ezzel párhuzamba állíthatjuk a térképezés problémáját: lokálisan pontos síktérképeket készíthetünk egy-egy városról, azonban nem tudjuk összeilleszteni azokat az egész Földet ábrázoló térképpé. Ennek az az oka, hogy a Föld felszíne görbült, csak kicsi tartományokon közelíthetjük ezt síkkal. Pontosan ezt jelenti az is, hogy a téridő görbült: csak kicsi tartományon használhatunk egy inerciarendszert.

A tömeggel bíró testek meggörbítik a téridőt, és ennek a görbületnek a hatását hívjuk klasszikusan gravitációnak. Az általános relativitáselméleti leírásban a testek a görbült téridőbeli egyenesek mentén mozognak, amelyek kívülről szemlélve görbült pályáknak látszanak. Gondoljunk például arra, hogy a gömb felszínén egy egyenes mentén mozgó test pályája kívülről szemlélve elhajlani látszik. A téridő görbületét pedig éppen a tö-



1. ábra. A Hold mozgása a Föld által meggörbített téridőben (dewltech.com).

meggel bíró testek okozzák. Ebben a leírásban a Hold Föld körüli kerin-gését például úgy képzelhetjük el, hogy a Föld mint nagyobb test begör-bíti maga körül a gyakran kétdimenziós gumilepedőként szemléltetett téridőt, a Hold pedig ebben a görbült téridőben mozog (1. ábra).

Az általános relativitáselmélet azt is megjósolta, hogy a téridő kis meg-változásai hullámszerűen, fénysebességgel terjedhetnek. Ezek a gravitá-ció hullámok, amelyek haladási irányukra merőlegesen megváltoztatják a szabad testek térbeli távolságát. Hatásukra ezen testek távolsága perio-dikusan egyszer megnő, utána pedig lecsökken. Érdeemes megjegyezni, hogy a gravitáció az elemi kölcsönhatások közül a leggyengébb. Csak annak köszönhető, hogy nagy távolságokon mégis domináns, hogy szem-ben például az elektrosztatikus erővel, ahol az ellentétes töltések ki tudják oltani egymást, a gravitáció a tömegekre hat, amelyekből csak egyféle létezik, így a gravitáció nem oltható ki. Az, hogy a gravitáció gyenge, azt eredményezi, hogy a gravitációs hullámok hatása igen kicsi lesz, ami a fő nehézséget jelenti azok észlelésénél. Azonban az, hogy a gravitációs hullá-mok csak nagyon gyengén hatnak kölcsön az anyaggal, előnyt is jelent számunkra, mivel így olyan tartományokból is torzításmentesen jöhetnek ki a gravitációs hullámok, ahonnan az elektromágneses sugárzás nem is tud kijutni. Ez adja meg az elméleti lehetőségét például annak, hogy gra-vitációs hullámokkal információt nyerjünk közvetlenül egy szupernóva-robbanás belsejéből.

Szintén a gravitáció rendkívüli gyengeségének következménye az, hogy észlelhető nagyságú gravitációs hullámok keltéséhez óriási tömegek fénysebesség közeli mozgása szükséges. Így észlelhető nagyságú gravitációs hullámok laboratóriumi előállítását gyakorlatilag kizárható. Ez határozza meg a tipikus gravitációshullám-forrásokat is, hiszen tudjuk, hogy valamilyen gyorsan és aszimmetrikusan mozgó nagy tömegű objektumra lesz szükségünk. Ilyenek lehetnek például a kompakt kettős rendszerek, amelyek tagjai fehér törpék, neutroncsillagok vagy fekete lyukak. Ezen objektumok egymás körüli keringésük közben gravitációs hullámokat bocsátanak ki, és ezáltal veszítenek energiájukból. Ez azt okozza, hogy a kettős két tagja egyre közelebb kerül egymáshoz, miközben a keringésük felgyorsul, végül pedig összeütköznek.

A kompakt kettősök mellett beszélhetünk még az úgynevezett gravitációshullám-kitörésekről, vagyis olyan tranziens gravitációshullám-jelekről, amelyek forrását nem vagy csak pontatlanul lehet modellezni. Tipikus példa a magösszeomlásos szupernóva-robbanás, amely lényegesen összetettebb jelenség, mint például a feketelyuk-kettősök. Emellett kitörés jellegű gravitációshullám-források még a magnetárok csillagrendései, a gammakitörések vagy a kozmikus húrok, amelyek létezése egyelőre nem bizonyított. Ebbe a kategóriába sorolható továbbá minden olyan tranziens gravitációshullám-jel, amelynek forrása jelenleg nem ismert, hiszen ezeket nyilvánvalóan nem tudjuk előre modellezni.

A folyamatos gravitációshullám-jeleknek, amelyek egy adott frekvencián huzamosabb ideig megfigyelhetők, tipikus forrásai lehetnek a gyorsan forgó neutroncsillagok, azaz a pulzárok. Egy tökéletesen gömbszerű forgó objektum nem bocsát ki gravitációs hullámokat, azonban ha egy neutroncsillagon akár csak egy kisebb hegy is található, az elegendő lehet ahhoz, hogy észlelhető nagyságú gravitációs hullámot keltsen. Ilyen jeleket még nem sikerült megfigyelni, és éppen ebből, hogy nem láttunk ilyeneket, tudjuk, hogy a neutroncsillagnak igen pontosan gömbszerűnek kell lennie.

A gravitációshullám-források negyedik nagy csoportja az úgynevezett sztochasztikus gravitációshullám-háttér. Ezt olyan gravitációs hullámok alkotják, amelyek nagysága túl kicsi ahhoz, hogy azokat egyedileg észlelni tudjuk, összeadódva azonban jellegzetes háttérzajt okoznak. Két forrásból várunk ilyeneket, egyrészt az észlelhető távolságon kívül eső tranziens jelek okozhatnak egy ilyen háttérrel, hasonlóan ahhoz, mint amikor egy teremben a tőlünk távol lévők hangját egyedileg nem halljuk, de az egész teremben jelenlévő susmorgást igen. A másik forrás pedig az ősrobbanás után nem sokkal kialakult gravitációs hullámok okozta kozmológiai gravitációshullám-háttér.

A LIGO

Az 1960-as évek második felében született meg annak a gondolata, hogy lézerinterferométeres detektorokkal lehetne észlelni a gravitációs hullámokat. Ezek lényege, hogy lézernyalábok segítségével, azok interferenciáját vizsgálva határozzuk meg minél pontosabban két egymásra merőleges kar hosszúságát. Mivel egy áthaladó gravitációs hullám a karok hosszának megváltozását okozza, ez a konstrukció lehetőséget kínál a gravitációs hullámok észlelésére.

A következő évtizedekben az Amerikai Egyesült Államokban megszületett a Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) projekt a California Institute of Technology és a Massachusetts Institute of Technology vezetésével. Hosszas tervezés és az anyagi támogatás biztosítása után a 90-es években megépült a két LIGO detektor (2. ábra a színes mellékletben) Hanfordban (Washington állam) és Livingstonban (Louisiana állam). A 2000-es években néhány évig üzemeltek a detektorok, mintegy demonstrálva a technika működőképességét, azonban azt sejteni lehetett, hogy az akkori érzékenység még nem lesz elegendő gravitációs hullámok észlelésére.

Ezután néhány éves üzemszünet következett, mivel a detektorokat átépítették az érzékenység további növelése érdekében. Végül a korábbihoz képest négyszeres érzékenységet elérő Advanced LIGO 2015 szeptemberében kezdte meg első megfigyelési időszakát (O1). Ez azt jelenti, hogy adott amplitúdójú forrásokat a korábbihoz képest négyszer olyan messziről is meg tudunk figyelni, így pedig négy a köbön, azaz 64-szer nagyobb térfogathoz érkező jeleket tudjuk észlelni. Ez egyben azt jelenti, hogy ennyivel emelkedett az adott idő alatt várható sikeres detektálások száma is.

Az eddigi észlelések

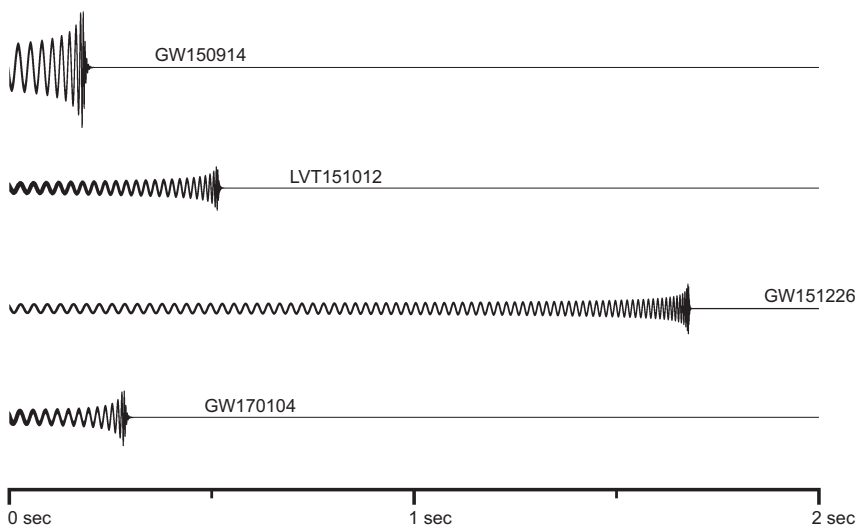
Az általános relativitáselmélet alapján kiszámítható, hogy a különböző tulajdonságú feketelyuk-kettősök a bespirálozás során milyen frekvenciájú és amplitúdójú gravitációs hullámokat bocsátanak ki. Ilyen előre kiszámolt hullámformák alapján keresi a LIGO a feketelyuk-kettősöket. Emellett általános tranziens jeleket is keresnek az adatsorban, azonban ezeket jóval nehezebb megtalálni, mint a feketelyuk-kettős jól modellezhető jelét.

A feketelyuk-kettősök által kibocsátott gravitációs hullám az objektumok tömegétől és perdületétől (spin) függ. A LIGO detektorok

olyan rendszerekre érzékenyek, amelyekben az egyes fekete lyukak tömege legalább 2 naptömeg, és együttes tömegük kisebb mint 100 naptömeg.

A keresőalgoritmusok összevetik a jeleket az elméleti hullámformákkal, és olyan jeleket vesznek csak figyelembe, amelyeket a két detektor legfeljebb 10 ezred másodperc időkésséssel érzékelt, ugyanis a fénysebességgel terjedő gravitációs hullámoknak legfeljebb ennyi időre van szüksége, hogy megtegyék a két műszer közötti távolságot.

2015. szeptember 14-én közép-európai idő szerint délelőtt 11:51 perckor sikerült először közvetlen módon gravitációs hullámot detektálni. A GW150914 elnevezésű jel az eddigi legkiemelkedőbb gravitációshullám-jel volt. A különböző zajhatások erőssége időben változik, és elképzelhető lenne az is, hogy véletlenszerűen éppen úgy felerősödnek, hogy hamis jelet okoznak. A GW150914 esetében ennek a valószínűsége igen csekély: 1,7 millió évente várnánk egyetlen ilyen erősségű, pusztán a zajból származó hamis jelet. Ezért állíthatjuk igen nagy bizonyossággal, hogy detektálás történt. Karácsony másnapján megtörtént a második felfedezés is (GW151226). A két detektálás között volt egy harmadik gravitációshullám-jelölt is, amely viszont nem volt elég nagy amplitúdójú ahhoz, hogy egyértelműen kijelenthessük, hogy detektálásról van szó (LVT151012). A



3. ábra. Az eddig észlelt gravitációs hullámok jelalakjai (LSC/University of Chicago/Ben Farr).

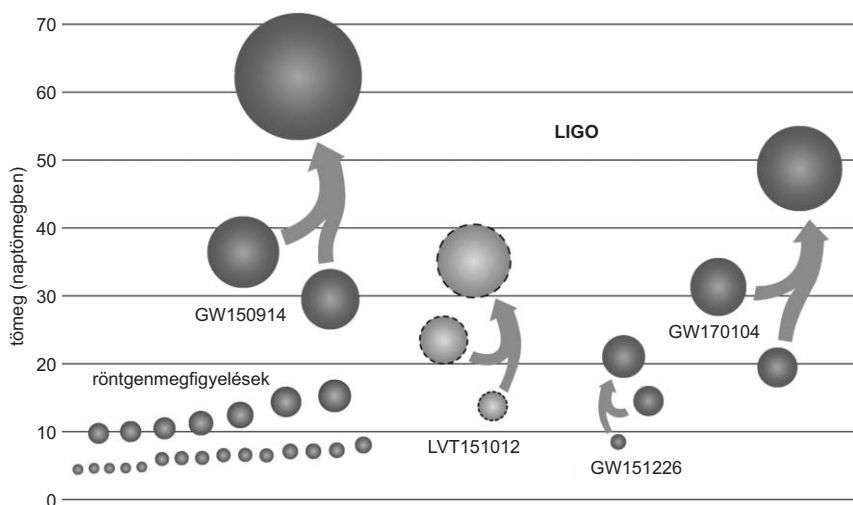
harmadik észlelés 2017. január 4-én történt, és a jel a GW170104 kódnevet kapta. A 3. ábrán együtt látható mind a négy észlelt gravitációshullám-jel. Érdeemes megfigyelni, hogy bár a jelek alakja hasonló, de azok hossza és amplitúdója tág határok között változik. A jel időtartamában tapasztalható különbségek annak tudhatóak be, hogy a detektor egy adott frekvenciatartományban érzékeny, és különböző tömegű rendszereknél ebbe a tartományba a jelek különböző szakaszai esnek bele.

Nézzük meg, hogy milyen asztrofizikai információkat olvashatunk ki a detektált jelalakokból! Az elméleti hullámformákkal való összevetésből megkaphatjuk a fekete lyukak tömegeit. A kettősök komponenseinek tömegei mindhárom rendszer esetén a sztelláris (csillag tömegű) fekete lyukakra várt tartományon belülre esnek. Ezek olyan fekete lyukak, amelyek egy nagy tömegű csillag gravitációs összeesése során jöttek létre. A tömegmérés segítségével zárhatjuk ki azt is, hogy neutroncsillagok okozták volna a gravitációshullám-jellet, mivel tudjuk, hogy egy bizonyos tömegnél nehezebb neutroncsillagok nem létezhetnek.

A GW150914 az észlelt rendszerek közül a legnagyobb össztömegű, a GW151226 pedig a legkönnyebb. A nagyobb tömegű rendszerek alacsonyabb keringési frekvenciánál olvadnak össze, hiszen a nagyobb méret miatt nem kell annyira megközelíteniük egymást, így nem gyorsul fel annyira az egymás körüli keringés. Ez azt is jelenti, hogy az általuk kibocsátott gravitációs hullámok frekvenciája is alacsonyabb, mint a kisebb tömegű rendszereké. Mivel a LIGO detektorok csak egy adott frekvenciatartományban érzékenyek, ezért a nagy tömegű rendszereknél főleg az összeolvadás és a lecsengés fázisa uralja a gravitációshullám-jellet, míg a könnyebb kettősöknél a bespirálozás.

A tömegekről szóló információk különbözőképpen vannak kódolva a jelben. A bespirálozás hullámformájából a tömegek egy speciális kombinációjára, az úgynevezett chirp tömegre következtethetünk, a lecsengés pedig az össztömegre érzékeny. Ebből a két adatból pedig már kiszámíthatjuk az egyes komponensek tömegeit is.

Az összeolvadás során keletkező nagy fekete lyukak tömege az össztömeg 95-98%-a, a többi energia gravitációs hullámok formájában távozik az Einstein-féle tömeg-energia ekvivalenciának megfelelően. Az így kisugárzott energia mennyiségét nagyrészt az össztömeg határozza meg, de függ a két kezdeti fekete lyuk tömegarányától és attól is, hogy mennyire forogtak. A három keletkezett nagy fekete lyuk minden eddig megfigyelt sztelláris fekete lyuknál nagyobb tömegű, vagyis olyan fekete lyukakat sikerült megfigyelni, amelyek az eddig találtaknál nehezebbek, de sokkal könnyebbek, mint a szupernagy tömegű fekete lyukak (4. ábra).



4. ábra. Ismert tömegű sztelláris fekete lyukak (LSC/Sonoma State University/Aurore Simonnet).

Egy fekete lyukat három paramétere egyértelműen meghatároz: a tömege, a forgási sebessége és az esetleges elektromos töltése. Úgy gondoljuk, hogy ezeknek az objektumoknak nincsen számottevő töltése, így elég a két másik paramétert vizsgálni. Mind a tömeg, mind a forgás befolyásolja a gravitációshullám-jel alakját. A forgásnak a pálya síkjára merőleges komponense a fázist befolyásolja, míg az ezzel párhuzamos komponens a fekete lyuk pályájának precessziójához vezet. Ezek a hatások azonban másodlagosak, így a tömegeknél nehezebb meghatározni a fekete lyukak forgását.

A forrás távolsága (pontosabban az úgynevezett luminozitás-távolsága) fordítottan arányos a jel észlelt amplitúdójával. Mivel a rendszer inklinációja is nagyban befolyásolja az amplitúdót, így a távolságértékek bizonytalansága elég nagy.

A gravitációshullám-detektorok, szemben mondjuk egy optikai távcsővel, nem csak egy kis látószögű irányban érzékenyek. Ez egyrészt előnyt jelent, mivel gyakorlatilag bármilyen irányból jövő gravitációs hullámra érzékenyek a detektorok, másrészt azonban így közvetlenül nem tudjuk meghatározni, hogy az észlelt jel milyen irányból érkezett. Az égbolton való pozíció meghatározása egy gravitációshullám-detektorokból álló hálózattal lehetséges, és főként az időkéseések segítségével történik: ha két detektor érzékeli ugyanazt a jelet, akkor a jel beérkezési időinek különbsé-

géből az égbolton egy kúppalást által meghatározott irányra szűkíthető le a forrás helye. Ez a gyakorlatban a véges pontosság miatt egy gyűrű alakú égterületet fog meghatározni. Három detektort használva páronként egy, vagyis összesen három gyűrűt kapunk, ezeknek a metszetében lehet csak a forrás. Emellett figyelembe vehetjük azt is, hogy a detektorok milyen irányban érzékenyebbek, hiszen a lehetséges források egyenletes térbeli eloszlását feltételezve nagyobb valószínűséggel várunk jelet olyan irányból, amerre érzékenyebb a detektorhálózat. Két detektorral azonban még így is több száz négyzetfokos égterületeket kapunk.

A gravitációshullám-észlelések segítségével lehetőségünk nyílik az általános relativitáselmélet tesztelésére erős gravitációs térben. A GW150914 esetében a hullámforma maximális amplitúdójának frekvenciája jól egybeesik a műszer legjobb érzékenységeinek helyével, így a bespirálózás késői szakasza és az összeolvadás valamint lecsengés szakasza is jól tanulmányozható. Így pedig lehetőségünk van összehasonlítani a különböző szakaszokból számított paramétereket egymással, amivel megszorításokat tehetünk az általános relativitáselmélettől való eltérésekre. Az elmélet szerint a gravitációs kölcsönhatást közvetítő feltételezett részecske, a graviton tömege nulla kell, hogy legyen, így Compton-hullámhossza végtelen. A két detektálásból annyit állíthatunk, hogy a graviton Compton-hullámhossza biztosan nagyobb, mint 10^{13} km.

A megfigyelések segítségével megszorításokat adhatunk a lokális Univerzumban a fekete lyuk-kettősök összeolvadásának gyakoriságára. Elég tág határokat tudunk megállapítani: évente közbígitarszékenként 9-240 ilyen eseményt várunk.

A gravitációshullám-megfigyelések bebizonyították, hogy léteznek kettős fekete lyukak, és azok össze is olvadhatnak, azonban ezek formálódásának módjáról még keveset tudunk. Ilyen rendszerek keletkezhetnek dinamikus módon, sűrű csillagrendszerekben, olyan módon, hogy ha két fekete lyuk elég közel halad el egymáshoz, akkor annyi gravitációs hullámot bocsáthatnak ki, hogy pályájuk kötötté válik. A másik lehetőség, hogy eleve kettős csillagrendszerként jönnek létre, majd mindkét tagjuk fekete lyukká alakul. Mindkét formálódási csatorna esetében valószínű, hogy a két objektum tömege közel azonos lesz, de a dinamikus mód extrém tömegarányokat is megenged. A megfigyelt fekete lyukak tömegei alapján egyelőre egyik lehetőséget sem zárhatjuk ki.

Elképzelhető, hogy több különböző formálódási mechanizmus is lényeges szerepet játszik, és az eddig detektált gravitációs hullámok forrásai is különböző környezetekben alakultak ki. További megfigyelések szükségese ahhoz, hogy a populációt a különböző evolúciós modellekkel összeha-

sonlíthassuk. A jövőbeli észlelésekkel a tömegeloszlást és az összeolvadási rátának a vöröseltolódástól való függését is tesztelhetjük, így jobban megérthetjük, hogy az hogyan változott az Univerzum fejlődése során. A tervezett űrbeli detektorok, mint a LISA évekkel az összeolvadás előtt érzékelhetnék a kettősöket, így pontosan kimérhetnénk a paramétereiket, valamint tanulmányozhatnánk környezetüket is.

Többcsatornás csillagászat

Az Univerzum titkainak megismerésére a csillagászat kezdetei óta szinte kizárólag az elektromágneses sugárzás különböző hullámhosszait használjuk: a rádióhullámoktól kezdve a látható fény tartományán át egészen a gammasugárzásig. Az utóbbi évtizedek-évszázadok során egyre inkább kiszélesítettük ezt a spektrumot, és minden új hullámhossztartományban való vizsgálódás egészen különleges felfedezéseket hozott magával.

Ebben az évtizedben azonban a gravitációs hullámok első közvetlen detektálása mellett most sikerült először kozmikus eredetű nagyenergiás neutrínókat is észlelni, valamint a töltött részecskékből álló kozmikus sugárzás megfigyelése is rohamos léptekben halad, így egészen új távlatok nyíltak meg a csillagászatban: az elektromágneses sugárzás mellett a gravitációs hullámok, neutrínók és kozmikus részecskék segítségével is képesek vagyunk tanulmányozni az Univerzumot. Több ilyen teljesen különböző információhordozó együttes megfigyelésével olyan asztrofizikai információkat nyerhetünk a forrásról, amelyekre pusztán az elektromágneses megfigyelések révén képtelenek lennénk. Ezt az együttes megfigyelést nevezzük többcsatornás csillagászatnak. Tekintsük most át röviden a gravitációs hullámok melletti további információhordozókat, és hogy az együttes megfigyelések által milyen asztrofizikai kérdések válnak megválaszolhatóvá!

A Világegyetem legnagyobb energiájú folyamataiban a gravitációs kölcsönhatás játssza a kulcsszerepet, amelynek révén sokkal nagyobb energiák szabadulhatnak fel, mint akár a nukleáris reakciók során. Tehát a nagyenergiás asztrofizikai jelenségek forrásait a kompakt objektumok (fekete lyukak, neutroncsillagok és fehér törpék) között kell keresnünk.

A nagy energiájú részecskék keletkezésének egyik módja az, amikor egy kompakt objektum anyagot vonz a környezetéből. A galaxisok közép-pontjaiban lévő szupernagy tömegű fekete lyukak körül a környező gáz és az árapályerők hatására szétesett csillagok bespiralizálásából alakulhat ki

egy akkréciós korong. Az ilyen galaxisokat nevezzük aktív galaxisoknak, a középső régiójukat pedig aktív galaxismagnak.

A szupernagy tömegű fekete lyuk akkréciós korongjára merőlegesen, két relativisztikus nyaláb (jet) formájában történik az energiakiáramlás legnagyobb hányada. Ezek a kilövellések a Világegyetem legnagyobb energiájú részecskegyorsítói: bennük a protonok és nehezebb atommagok akár hét nagyságrenddel nagyobb energiát érhetnek el, mint a CERN LHC részecskegyorsítójában!

Az így keletkező hatalmas energiájú kozmikus sugarak folyamatosan bombázzák a Föld légkörét, ahol a molekulákkal ütközve részecskék záporait indítják el a felszín felé. Az ütközés során keletkező részecskék egy részének akkora energiája van, hogy gyorsabban halad a levegőbeli fénysebességnél (de természetesen a vákuumbeli fénysebességet mint abszolút határt nem érhetik el), így úgynevezett Cserenkov-sugárzást bocsát ki. Ez ugyanaz a kékes fény, amelyet az atomreaktorokban is láthatunk. A részecskezápороkat és a Cserenkov-sugárzást képesek vagyunk megfigyelni, amiből vissza lehet következtetni az eredetileg beérkezett kozmikus részecske tulajdonságaira.

A kozmikus részecskék és a légköri molekulák közötti ütközések olyan gyakoriak, hogy minden percben több száz ennek során keletkezett részecske halad át a testünkön. A részecskezápороk nagy térbeli kiterjedése miatt a kozmikus sugárzásokat vizsgáló berendezések is nagyméretűek. A mai legnagyobb ilyen, a Pierre Auger Obszervatórium műszerei több mint 3000 km²-en elszórva helyezkednek el.

Van azonban egy probléma is a kozmikus részecskékkel végzendő csillagászati megfigyelések útjában: mivel töltött részecskékről van szó, az útjuk során a mágneses terek eltéríthetik azokat, így nem tudjuk egyértelműen meghatározni a forrásukat. Ebben valamelyik másik információhordozó segítségével kell hagyatkoznunk.

A nagy energiájú kozmikus részecskék a csillagközi gáz részecskéivel ütközve neutrínókat kelthetnek. A neutrínók olyan elemi részecskék, amelyek nagyon kis valószínűséggel hatnak csak kölcsön az anyaggal, így a detektálásuk is igen nehéz. Mivel azonban ilyen kevés hatnak kölcsön az anyaggal, a neutrínók a sűrű csillagbelsőkből is akadálytalanul jöhetnek ki, lehetőséget teremtve a kompakt objektumok olyan régióinak a vizsgálatához is, amelyre más módszerekkel nem lenne lehetőségünk. A magösszeomlásos szupernóva-robbanások során felszabaduló hatalmas energia nagy része is neutrínók formájában távozik, amelyek a felrobbanó neutroncsillag magjában keletkeznek. A jelenlegi legnagyobb neutrínódetektor az IceCube, amely mé-

lyen az Antarktisz jegében egy 1 km^3 -es térfogatban képes a jéggel esetlegesen kölcsönható neutrínókat kimutatni.

Láthatjuk tehát, hogy a többszörös csillagászattal a különböző információhordozók révén a forrás különböző tulajdonságait tanulmányozhatjuk. Többféle jel együttes detektálásával pedig emellett az érzékenységet és a detektálásban való bizonyosságot is növelhetjük. Ennek a hasznát és a fontosságát felismerve egyre szorosabb együttműködés alakul ki a különböző területeken dolgozó kutatócsoportok között.

A LIGO kollaboráció több mint 80 intézménnyel kötött együttműködési szerződést, amelyek lefedik az egész elektromágneses spektrumot, valamint a kis- és nagyenergiás neutrínókat is. A közös jelkeresés két módon mehet végbe: ha a partner obszervatóriumok észlelnek valamilyen érdekes jelet, akkor ennek az esetleges gravitációshullám-párjára elvégeznek egy célzott keresést a LIGO-nál, illetve egy gravitációshullám-detektálást követően a LIGO megosztja annak adatait a partnerekkel, akik ezután a megadott égterületen végeznek megfigyeléseket.

Egy gravitációshullám-jel észlelése után komoly kihívás annak esetleges elektromágneses párját megtalálni. Ennek a fő oka az, hogy a gravitációshullám-detektorok forráslokalizációja igen pontatlan: a jelenleg üzemelő két LIGO detektor együttesen több száz négyzetfok méretű területre tudja csak szűkíteni a forrás lehetséges pozícióját. A terület mérete függ a forrásnak a detektorokhoz viszonyított elhelyezkedésétől és a jel amplitúdójától is, de jelentős mértékben csak további detektorok használatával lehetne csökkenteni. Többek között ezért nagy eredmény, hogy 2017 augusztusától már az Olaszországban üzemelő Virgo detektor is csatlakozott a gravitációshullám-detektorok hálózatához.

Jelenleg a gravitációs és elektromágneses hullámokkal való együttes megfigyelésre az egyik legjobb jelöltek a neutroncsillag-kettősök². Az ezek összeolvadásakor keletkező úgynevezett kilonóva körülbelül egy héten keresztül világít, főleg infravörösben és a látható fény tartományában. Ez az egy hetes időtartam azonban a legtöbb kis látómezejű teleszkóp számára nem elegendő ahhoz, hogy az égterületet teljes egészében és elég mélyen átvizsgálja. Ha azonban rendelkezünk egy galaxiskatalógussal, akkor elegendő az egyes galaxisokat megvizsgálni, vagy nagyobb látómező esetén a gravitációshullám-jelből előállított égterület egyes részeit súlyozni lehet az azokban lévő galaxisok mennyisége és fizikai tulajdonságai szerint, így a legvalószínűbb égterületekkel lehet kezdeni a keresést.

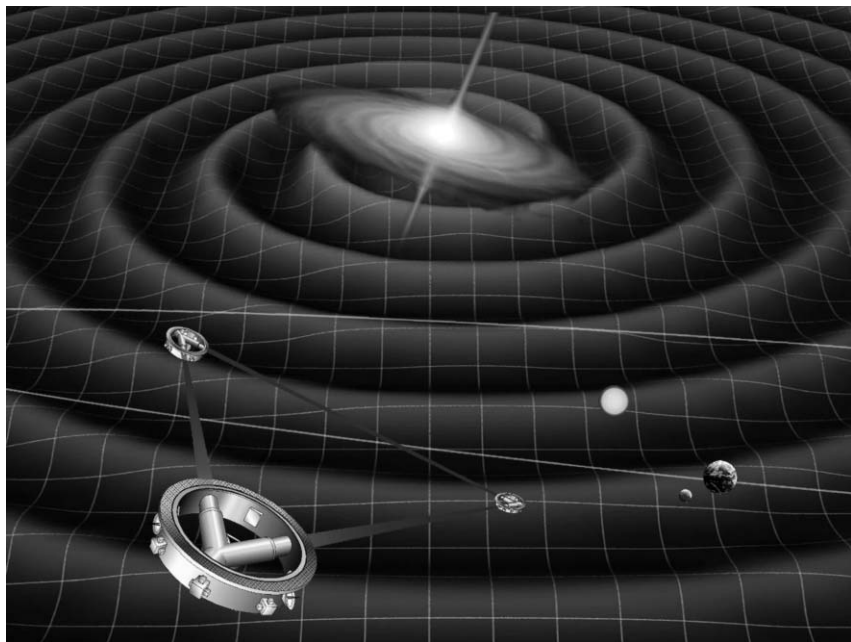
² 2017 augusztusában sikerült két neutroncsillag összeolvadását követő gravitációs és elektromágneses hullámokat szimultán észlelni (lásd Meteor 2017. december).

Az eddigi gravitációshullám-észlelések mind sztelláris fekete lyukak összeolvadásából származtak, amelyekből nem várunk elektromágneses jeleket. A GW150914 detektálásakor azonban a Fermi-űrtávcső talált egy gyenge jelet a gammatartományban, mindössze 0,4 másodperccel a gravitációs hullám észlelését követően. Mind a gravitációshullám-detektoroknak, mind az űrtávcsőnek elég pontatlan a forráslokalizációja, mindenestre a két égterület között van átfedés, így nem zárható ki, hogy a két jel forrása egyazon objektum volt.

A jövő

A következő években a LIGO detektorok további nagyjából háromszoros érzékenységnövelése várható. Emellett az olaszországi Virgo detektor is egyre érzékenyebb lesz, így nemcsak a forrás égi pozíciójának pontos beazonosításában nyújt majd segítséget, de az észlelések bizonyosságát is növelni tudja majd. További két detektor beüzemelése várható még az elkövetkező években: a japán KAGRA detektor, amely alacsony hőmérsékletre hűtve, a földfelszín alatt fog üzemelni; és az indiai LIGO India, amely a LIGO detektorokkal azonos felépítésben működik majd Indiában. Ezen fejlesztéseknek köszönhetően azt várhatjuk, hogy a következő évtizedben a gravitációs hullámok észlelése rutinszerűvé válik, és azokat egyre nagyobb távolságról, egyre pontosabban tudjuk majd megfigyelni. Hosszú távon pedig tervben van egy még nagyobb érzékenységgű detektor, az Einstein Telescope megépítése is, amely a földfelszín alatti 10 km-es karjaival és alacsony hőmérsékletre hűtött optikáival a jelenlegi detektoroknál is nagyobb pontosságot lesz képes elérni, így lehetővé válik majd az észlelt gravitációs hullámok még pontosabb elemzése.

A földi gravitációshullám-detektorok fejlődése mellett érdemes megemlíteni a LISA (Laser Interferometer Space Antenna) detektort is, amely a tervek szerint a világűrben üzemelne (5. ábra). A detektor három műholdból állna, amelyek 2,5 millió kilométer oldalhosszúságú, egyenlő oldalú háromszög alakzatban keringenének a Nap körül 1 CSE távolságban, a Föld mögött 20°-kal lemaradva. A LISA jelentősége abban rejlik, hogy a földi detektoroknál kisebb frekvencián lesz érzékeny, így mintegy kiegészíti azokat. Ahhoz hasonlítható ez, mint amikor az optikai távcsövek mellett megjelentek a rádiótávcsövek is, hiszen itt is egy teljesen más frekvenciatartományról van szó. Ahogy a rádiótávcsövek is rengeteg újdonságot hoztak az optikai távcsövekhez képest, úgy a LISA-tól is sok új dolgot várunk a földi detektorokhoz képest. Megfigyelhetjük majd



5. ábra. A LISA detektor látványterve (NASA/ESA).

például a galaxisok közepén található szupernagy tömegű fekete lyukak összeolvadását, sztelláris fekete lyukak belezuhanását szupernagy tömegű fekete lyukakba, vagy a Tejútrendszerben lévő kompakt objektumok összeolvadását.

A LISA-nál is alacsonyabb frekvenciákon pulzárak segítségével kereshetünk gravitációs hullámokat. Ezek olyan neutroncsillagok, amelyek saját tengelyük körül másodpercenként több százszor körbefordulnak, és minden egyes fordulaton rádiójelet küldenek felénk. Forgásuk igen stabil, az atomórák pontosságával összemérhető. Azonban ha egy nagy hullámhosszú gravitációs hullám elhalad a Föld és egy pulzár között, akkor a tér megnyúlásának vagy összehúzódásának hatására a rádiójelnek valamivel több vagy kevesebb időbe fog telni, hogy eljusson a Földre. Így tehát ilyen pulzárokat megfigyelve észlelhetjük ezen gravitációs hullámok hatását. Mivel a pontosság növelése érdekében egyszerre több pulzár megfigyelése célszerű, ezért ezt a módszert pulzár-időzítési hálózatként nevezzük. Mivel az így észlelhető gravitációs hullámok hullámhossza a megfigyelt pulzárak távolságának nagyságrendjébe esik, így

ezek még a LISA-val megfigyelhetőeknél is alacsonyabb frekvenciájúak. Ilyen gravitációs hullámok egyik fő forrása a nagy távolságokban lévő szupernagy tömegű fekete lyukak összeolvadásaiból származó gravitációs hullám-háttér. Ennek megfigyelésével sok új ismeretre tehetnénk szert a galaxisok összeolvadásának kozmikus történetéről. Jelenleg több ilyen pulzáridőzítési hálózat is működik, amelyek érzékenysége folyamatosan növekszik, és várhatóan a következő évtizedben megtörténhet az első észlelés is.

BESZÁMOLÓK

MIZSER ATTILA

A Magyar Csillagászati Egyesület működése 2016-ban

Egyesületünk a 2016-os évet – többek között – Konkoly Thege Miklós (1842–1916) emlékének szentelte. A száz évvel ezelőtt elhunyt csillagász tudományszervező tevékenysége mind a csillagászat (és a meteorológia), mind az amatőr csillagászat művelői számára példamutató. Az emlékév kapcsán számos rendezvényt szerveztünk, illetve egyesületünk képviselte magát más intézmények, szervezetek Konkoly-megemlékezésein.

Az emlékévet január 31-én kezdtük meg, egy budai csillagsétával, amelynek során végigjártuk a városrész Konkoly-emlékhelyeit. Február 3-án látogatást szerveztünk az Országos Meteorológiai Szolgálat Kitaibel Pál utcai székházába – amelynek létrehozásában Konkolynak elvülhetetlen érdemei vannak –, ahol megtekintettük a gazdag meteorológiai műszergyűjteményt. Az MTA CSFK Csillagászati Intézettel és a Magyar Tudománytörténeti Intézettel karöltve február 20-án emlékülést szerveztünk a svábhegyi csillagvizsgálóban. Egyesületünk két ógyallai eseményen is képviseltette magát: a február 17-i koszorúzáson és megemlékezésen, illetve a május 18–20. között rendezett Konkoly-emlékkonferencián. Május 7-én emléktáblát avattunk Nagytagyoson, Konkoly egykori magán-obszervatóriumának állítva emléket. Az esemény része volt a tavaszi Konkoly-észlelőhétvégének, amelyet a TIT Konkoly Thege Miklós Csillagászati Tagszervezetével közösen szerveztünk.

A Polaris Csillagvizsgáló tavaszi keddi előadás-sorozatát is elsősorban Konkoly Thege Miklós emlékének szenteltük. A sorozatban a tudománytörténeti előadások mellett áttekintést kaphattunk azon kutatási területek mai helyzetéről, amelyeket Konkoly is eredményesen művelt, de napjaink szenzációs eredményeiről se feledkeztünk meg, így például igen érdekes előadást hallhattunk az újonnan felfedezett gravitációs hullámokról. A tavaszi sorozat február 16-i előadását azonban nem a Polarisban tartottuk, az óriási érdeklődés miatt a Budapesti Planetáriumot béreltük ki, hogy az érdeklődők legalább kis részét fogadni tudjuk. A telt házas planetáriumi



Távcsöves bemutató a 2016. május 9-i Merkúr-átvonulás alkalmával a pécsi Zsolnay Negyedben, Keszthelyi Sándor vezetésével

előadást Kovács József tartotta, *Valódi tudomány a Csillagok között* címmel. A Facebookon is meghirdetett eseményre eredetileg 4000-en jelezték részvételüket, a Planetáriumban azonban csak 400 főt tudtunk fogadni. Az előadás a *Csillagok között* (*Interstellar*) című film tudományos hátterét világította meg. Kovács József fordította ugyanis a filmhez kapcsolódó ismeretterjesztő kötetet, amely hazánkban is megjelent (Kip Thorne: *Az Interstellar és a tudomány*).

2003 után ismét meghirdettük a csillagászat hónapját – 2016 májusában ugyanis egy sor érdekes csillagászati jelenség, esemény bemutatására, megfigyelésére nyílt lehetőség, akárcsak 13 évvel korábban. Ezúttal a Merkúr átvonulása (május 9.) és a Mars közelsége volt a két fő égi esemény, de a május 14-i Csillagászat Napja is indokolta a csillagászati hónap meghirdetését. A Csillagászat Napja immár két évtizedes hagyomány hazánkban is – akárcsak a korábbiakban, 2016-ban is számos helyszínen tartottak távcsöves bemutatót helyi csoportjaink és partnerszervezeteink. Közgyűlésünket azonban már április 23-án megtartottuk, új helyszínen, az

óbudai Esernyősbén (hivatalos nevén: Esernyős Óbudai Kulturális, Turisztikai és Információs Pont). Itt vehette át Papp Sándor tagtársunk a Kulin György-díjat és hozzá meglepetésként a frissen elnevezett (234294) Pappsándor kisbolygó felfedező képpárját. Utóbbit az égitest egyik felfedezője, Kiss László adta át a kitüntetettnek. (Az égitestet Sárneckzy Krisztián és Kiss László fedezte fel 2000. december 31-én, a Piszkéstetői Observatóriumból.)

Egyesületünk számára a Polaris Csillagvizsgáló kiemelkedően fontos bázis. Immár tizenöt éve tekinthetjük otthonunknak, és ez idő alatt a fővárosiak is megkedvelték az intézményt, amely sok tekintetben egyedinek számít Budapesten. A rövid téli szünetet és a távcsöves találkozó miatt tartott néhány napos nyári szünetet kivéve egész évben várjuk az érdeklődőket és az amatőr csillagászokat. Heti három estén folynak távcsöves bemutatók, azonban a különféle egyéb programoknak köszönhetően szinte a hét minden napján zajlik nálunk az élet. A Polaris közösségi csillagvizsgáló a szó legjobb értelmében – az önkéntesek munkája tartja életben az intézményt. Számos szakkör is működött a beszámolási időszakban a Polarisban: középiskolás szakkör Horvai Ferenc vezetésével, nyári szakkör (Kiss András), gyermekszakkör (Mizser Attila, Tóth Krisztián), észlelőszakkör (Hannák Judit), tükröcsiszoló kör (Molnár Péter), fotometriai szakkör (Jakabfi Tamás), asztrofotós szakkör (Csoknyai Attila, Tóth Krisztián). Legszorgalmasabb távcsöves bemutatóink a következők voltak: Csoknyai Attila, Jakabfi Tamás, Kárpáti Ádám, Mártha Zoltán, Mayer Márton, Molnár Péter, Sárközi József, Török Tünde, Világos Blanka – és még sokan közreműködtek nagybemutatóinkon (Múzeumok Éjszakája, Perseida-éjszaka, Kutatók Éjszakája). Számos iskolai csoportot fogadtunk, továbbá az Óbudai Szabadidő Park nyári napközisei számára is tartottunk bemutatót heti egy alkalommal. A budai hegyekben – a nyári időszakot kivéve – Kerényi Lilla szervezett éjszakai csillagtúrákat.

Az ifjúság csillagászati ismereteinek fejlesztését a diákolimpiai mozgalmon keresztül is támogattuk, melynek válogató versenyét ezúttal Jászberényben tartottunk (VII. Országos Kulin György Csillagászati Verseny), április 2–3-án. Az indiai versenyre végül Lőrincz Szabolcs, Világos Blanka, Tószegi Balázs, Vígh Benjámin és Gémes Antal jutott ki. A Bhubanésvarban megtartott X. Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpián Gémes Antal bronzérmes lett, Világos Blanka és Vígh Benjámin pedig dicséretben részesült. A fiatalok felkészítésében oroszlánrészt vállalt a Bajai Observatórium Alapítvány, az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium, a Magyar Csillagászati Egyesület, a Szegedi Tudományegyetem TTIK Fizikus Tanszékcsoport és Csillagvizs-

gáló, a Szegedi Tudományegyetem Bajai Obszervatóriuma, a TIT Budapesti Planetáriuma és a TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesület. A fiatalok felkészítésében immár korábbi diákolimpikonok is részt vettek.

Napészlelő Szakcsoportunk június 18-án tartotta találkozóját a Polaris Csillagvizsgálóban, míg Napóra Szakcsoportunk szeptember 24-én, Szombathelyen, a TIT nagytermében tartotta évi rendes találkozóját. Változócsillag Szakcsoportunk október 8-i találkozójának az MTA CSFK KTM Csillagászati Intézete adott otthont.

A 70 éves MCSE-évforduló kapcsán a Polarisban tartottunk emlékülést november 12-én, *Mit mondanak a csillagok?* címmel. Az emlékülésen előadások, visszaemlékezések hangzottak el a hazai amatőr csillagász mozgalom elmúlt hét évtizedéről, és természetesen Kulin György emléktábláját is megkoszorúztuk. Itt mutattuk be az MCSE új logóját, amelyet Both Eszter grafikus tervezett.

Az év legnagyobb eseménye ismét tarjáni táborunk, a Meteor 2016 Távcsőves Találkozó lett, amelyen – a 2015-ös évhez hasonlóan – több mint 400-an vettek részt. A július 28–31. közötti „hosszú hétvége” időjárása igen kedvezően alakult, a derült égbolt alatt távcsővek erdeje fürkészte a tarjáni csillagos égboltot. Az előadások, műhelyfoglalkozások mellett a Konkoly-évfordulóhoz kapcsolódóan kirándulást szerveztünk Ógyallára, ahol megkoszorúztuk a Konkoly-család síremlékét, és megtekintettük az Ógyallai Csillagvizsgálót. A kiránduláson összesen közel 100 amatőrtársunk vett részt.

A rendezvények sorában említést érdemel pénzesgyőri téli táborunk (március 4–6.), szilvaskői őszi asztrofotós hétvégénk (november 4–6.) és ifjúsági táborunk, amelyet június 28. és július 4. között tartottunk Szatymazon, a diáktáborban. Az ifjúsági tábor kiegészítő programjaként Szegedre látogattunk, ahol egybeként felkerestük a Szegedi Obszervatóriumot. Is-



A Magyar Csillagászati Egyesület új, Both Eszter tervezte logója

mét sikeres rendezvénynek adott otthont a jászszentlászlói Kézművestanya, ahol Kiskun Csoportunk tartotta táborát (július 29. – augusztus 8.). Zselickisfaludon a Vega Csillagászati Egyesület, a Zala megyei TIT Öveges József Szakképző Egyesület és az MCSE Zalaegerszegi Csoportja tartotta meg a Vega 16 Nyári Amatőrcsillagász Megfigyelőtábort augusztus 7–14. között.

A hazai asztrofotósok számára rendszeresen nyújtottunk megjelenési lehetőséget, részben a *Meteor* A hónap asztrofotója című rovatában, részben pedig hírportálunkon (www.csillagaszat.hu, A hét képe). *Meteor* című folyóiratunk 2016 folyamán 11 alkalommal jelent meg, összesen 840 oldal terjedelemben. Lapunkat pdf formátumban is elérhetővé tettük honlapunkon (meteor.mcse.hu), ahol a *Meteor* 1971-es indításától kezdve megtalálhatók lapszámaink. Csillagászati hírek című rovatunkban rendszeresen szemléztük a világ jelentős honlapjait és folyóiratait, törekedve arra, hogy a hazai eredményeket minél szélesebb körben bemutathassuk. Hírportálunkon összesen 132 hosszabb-rövidebb híradás jelent a csillagászat friss eredményeiről. Hírportálunkat és a *Meteor* megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatta.

Egyesületünk a hagyományos platformok mellett a Facebookon is jelen van (külön oldala van az MCSE-nek, a Polarisnak, illetve Hírportálunknak). Előadásaink többségét rögzítjük, a videókat Youtube-csatornánkon tekinthetik meg az érdeklődők. A beszámolási időszak végén került fel ezredik előadás-videónk.

2016 decemberében jelent meg a *Meteor csillagászati évkönyv* 2017. évi kötete, 326 oldal terjedelemben. Kiadványunk jó példa a hivatásos csillagászok és az amatőrök együttműködésére is. Évkönyvünk megjelentetését a Magyar Tudományos Akadémia támogatta.



Egyesületünk tagjai Ógyallán Konkoly Thege Miklós síremlékénél koszorúztak 2016. július 29-én (Czinder Gábor és Bajmóczy György felvétele)



„Hídcsillagászat” a lezárt Szabadság-hídon, 2016. augusztus 11-én, a Polaris Csillagvizsgáló kihe-lyezett távcsöves bemutatóján

A Polaris Csillagvizsgáló tavaszi és őszi előadás-sorozata

Konkoly Thege Miklós Csillagászati Szabadegyetem

Február 2. *Konkoly Thege Miklós és az asztrofizika forradalma* (Balázs Lajos)

Február 9. *Megjelent a bolygófelszínformák enciklopédiája* – könyvbemutató
(Kereszturi Ákos, Hargitai Henrik)

Február 16. *Valódi tudomány a Csillagok között* (Kovács József)

Február 23. *Egy mindenkiért – Konkoly Thege Miklós emlékezete* (Bartha Lajos)

Március 1. *GW150914: először hallottuk az Univerzum rezgését* (Dálya Ger-
gely, Bécsy Bence)

Március 8. *Üstökös kutatás Konkoly Thege Miklós korában és ma* (Tóth Imre)

Március 22. *Indul a magyar marsfúró program* (Kereszturi Ákos, Kapui Zsu-
zsanna, Farkas Ernő)

Március 29. *Tudományos felolvasóest* (Kormos Jarmila – Rezsabek Nándor)

Április 5. *Roncstelep a Marson* (Horvai Ferenc)

Április 12. *Új nagybolygó a Naprendszerben?* (Tóth Imre)

Április 19. *A gömbhalmazok világa* (Tóth Krisztián)

Április 26. *Százéves a nyári időszámítás* (Szabadi Péter)

Május 3. *Készüljünk a Merkúr-átvonulásra!* (Mizser Attila)

Óbudai Csillagok

Október 11. *Csillagásztoronyiránt Európában* (Mizser Attila)

Október 18. *Csillagtérképészkedés: dicső múlt, szép jelen. És a jövő?* (Vizi Péter)

Október 25. *A térképészet története – de honnan számítjuk a kezdeteket?* (Klinghammer István)

November 8. *A szépség kozmikus bajnokai: a planetáris ködök* (Szabados László)

November 15. *A Naprendszer az égboltfelmérések szemével* (Szabó M. Gyula)

November 22. *Óriás üstökösök, super-kentaurok és földsúrolók* (Sárneczky Krisztián)

November 29. *Térkép-érdekességek a Polaris könyvtárából* (Mizser Attila)

December 6. *Csillagok távcsővégen* (Éder Iván, Santa Gábor, Szabó Sándor)

December 13. *A Mars éve* (Mizser Attila)

SZABÓ RÓBERT – KISS LÁSZLÓ

Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2016. évi tevékenysége

A magyar csillagászat legnagyobb intézményének a beszámolási időszakban összesen 85 munkatársa volt, akik közül 53 dolgozott kutatói állományban (19 doktori fokozat nélkül, 25 PhD/kandidátus, 3 MTA doktora, 1 akadémikus, 5 emeritus kutató). A doktori fokozat nélküli tudományos segédmunkatársak zöme 35 év alatti fiatal kutató, ami egészséges koreloszlást jelent az utánpótlás szempontjából. Alapfeladatunk a tudományos kutatás folytatása, emellett részt vettünk a felsőoktatásban egyetemi oktatóként és témavezetőként, valamint jelentős aktivitást fejtettünk ki a tudományos eredmények minél nagyobb körhöz való eljuttatásában. Mindezeket részben az akadémiai alaptámogatásból, részben pedig saját pályázati bevételekből finanszíroztuk. Utóbbi bevételeink 2016-ban ugrásszerűen megnöttek, aminek az alapját jórészt négy, nagy összegű kutatásfinanszírozási pályázat adta (lásd később).

Tudományos eredmények

Az intézet kutatói 2016-ban 248 tudományos közleményt publikáltak, ebből 106 vezető nemzetközi referált szakfolyóiratban jelent meg. Publikációs tevékenységünk kapcsán kiemelendő, hogy cikkeink többségét a csillagászat legnagyobb hatású lapjai fogadták el közlésre, ami a nemzetközi élvonalhoz tartozásunk jó indikátora. Közleményeink teljes bibliográfiája elérhető a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) adatbázisában (mtmt.hu).

A tudományos eredmények elsősorban csillagászati megfigyelések elemzésén alapultak. A 106 cikkből 28 volt tisztán elméleti, vagy áttekintő munka; a földfelszíni adatokra alapozott cikkekből 6 használt a Piszkés-tetői Obszervatóriumban felvett méréseket, további 25 pedig egyéb műszereket (debreceni napfoltkatalógus, HATNet, Légyszem, ESO, OPTICON, CHARA, Keck). Publikációink alapján egyértelmű, hogy kutatásain-

kat az űrobszervatóriumok adatai határozták meg leginkább: 11 cikk jelent meg űrfotometriai adatokra, 9 a Rosetta-szonda megfigyeléseire, 6 pedig a Herschel-űrtávcső infravörös-adataira alapozva; napszondák (4 cikk) és a Hubble-űrtávcső (1 cikk) mellett a Gaia asztrometriai űrobszervatórium mérései is megjelentek 3 publikációval. A maradék bő háromtucatnyi közleményben laboratóriumi asztrofizikai elemzéseket, irodalmi eredmények újraértelmezését, illetve publikus adatbázisokra alapozott kutatásokat jelentettünk meg. A művelt tudományterületek kellően változatosak egy pezsgő és folyamatosan megújuló kutatóintézethez méltóan. Az alábbiakban a teljességre törekvés nélkül adunk ízelítőt a 2016-ban publikált tudományos eredményeinkből.

A csillagok belső szerkezete és pulzációja

Összhangban a szakterület jelenlegi nemzetközi trendjeivel, a pulzáló változócsillagok kutatásában az űrfotometriai missziók adatai játszottak kiemelt szerepet. A már nem működő CoRoT mellett a *Kepler*-űrtávcső K2 néven futó második programja szolgáltatta az adatok többségét. A Gaia alapvető fontosságú parallaxismérései még nem voltak elérhetőek, de az első Gaia-adatkibocsátás a sajátmozgásokkal és egy szűkebb mintára számolt kombinált Hipparcos–Gaia-parallaxisokkal már most is értékes információkat szolgáltatott cefeida és RR Lyrae csillagokra. A klasszikus pulzáló csillagok mellett egyéb típusba tartozó égitestek is érdekes vizsgálatokat inspiráltak.

A CoRoT archívumában eddig fel nem fedezett RR Lyrae csillagokat kerestünk. A szisztematikus munka eredményként kilenc olyan RR Lyrae adatsort találtunk, amelyet még senki sem vizsgált meg. Ezek közül hét változócsillag teljesen új felfedezés, három pedig Blazskó-effektust is mutat. Első ízben sikerült bizonyítani egy RR Lyrae csillag pulzációjáról, hogy az nem szigorúan periodikus, hanem véletlenszerű fluktuációt mutat. A fénygörbék alakját leíró Fourier-paraméterek alapján megbecsültük a teljes CoRoT RR Lyrae-minta csillagainak alapvető fizikai paramétereit (tömeg, luminozitás, fémtartalom).

A KIC 8462852 jelű csillag egyedülálló módon a Kepler-mérések teljes hossza alatt irreguláris és nem periodikus elhalványulásokat mutatott, amelyek mélysége a fluxus 20%-át is elérte. Kutatóink részt vettek az objektum felfedezését bejelentő cikk munkálataiban és a csillag első behatóbb vizsgálataiban. Kiderült, hogy egy teljesen átlagos F3 színképtípusú fősorozati csillagról van szó. Az elhalványodások magyarázatát megnehezíti, hogy infravörös többletet nem sikerült kimutatni a csillag körül. A legvalószínűbb – de közel sem tökéletes – magyarázat szerint a jelenséget

egy korábbi, egyszeri darabolódási eseményhez köthető üstökös család vagy egy bolygókezdemény darabjai okozhatták. Az „Univerzum legrejtélyesebb csillaga” címkét is megkapott csillag hatalmas médiafigyelmet kapott: még az is komolyan felmerült, hogy az elhalványodásokat idegen civilizációk hatalmas építményei okozzák. A végső szót a jelenség természetes okának megtalálására indított multispektrális, hosszú időt lefedő nemzetközi megfigyelési kampányok fogják kimondani, amelyekben intézetünk munkatársai jelen sorok írásakor is részt vesznek.

Két ZZ Ceti típusú pulzáló fehér törpe saját megfigyelési anyagait is feldolgoztuk, a piskés-tetői 1 m-es teleszkóp adatai alapján. A G 207-9-nél hét független módust találtunk, ezek közül öt nem volt ismert korábban. Az LP 133-144 esetében a hat detektált módusból három új felfedezés. A G 207-9 esetében összehasonlítva az 1975-ös és a 2007-es megfigyelések eredményeit, évtizedes időskálájú amplitúdóváltozásokat találtunk, aminek magyarázata jelenleg még nem világos.

Új algoritmust fejlesztettünk ki a δ Scuti csillagok frekvenciakülönbségeinek vizsgálatára. A módszert először az egyik legjobban tanulmányozott δ Scuti csillag, az FG Vir segítségével kalibráltuk, majd egy 90 csillagot tartalmazó CoRoT-mintára alkalmaztuk. Az eljárás nagy segítséget jelent a sok csillagot tartalmazó minták automatikus analizálásában. Hetvenhét csillagnál találtunk legalább egy reguláris frekvenciasorozatot, 22 csillagra a sorozatok közül legalább kettő eltolódást mutat a frekvenciaközök felével, ami váratlan eredmény a nem-aszimptotikus tartományban pulzáló δ Scuti csillagokra. Harmincegy esetben a pulzációs frekvenciák rotációs felhasadásából a csillag forgási periódusára következtettünk. A munka eredményeként jó egyezést mutattunk ki a megfigyelési adatokból és az elméleti modellekből is származtatható kapcsolatra az átlagos sűrűség és a fő frekvenciakülönbség (nagy szeparáció) között.

A Gaia küldetés az Európai Űrügynökség tudományos programjának egyik alapköve. A 2013-ban felbocsátott űreszköz egymilliárd csillag égi pozícióját és mozgását fogja extrém pontossággal megmérni az öt évre tervezett működése alatt, ami Galaxisunk kialakulásának és fejlődésének pontosabb megismerését teszi lehetővé. Az intézeti Gaia-csoport kutatói részt vettek az első 14 hónap során gyűjtött adatok feldolgozásában, és az első, fényes csillagokat tartalmazó asztrometriai és fotometriai katalógusok előkészítésében. Az első Gaia-katalógusok tartalmazzák az ekliptikai pólusok körül nagy gyakorisággal megfigyelt háromezer cefeida és RR Lyrae csillag fényváltozását és adatait is, amelyek adatainak feldolgozásához szintén hozzájárultak a magyar kutatók. Ennek azért van nagy jelentősége, mert a kozmikus távolságskála egyik első lépcsőfoka éppen ezen csillagokon alapul.

Aktív jelenségek csillagokon

A Doppler-leképezés a leg részletesebb felszíni rekonstrukciós eljárás, amely információt nyújt a csillagok felszínén lévő foltok eloszlásáról. A Napnál jóval aktívabb csillagok felszínén a foltosodás mértéke is nagyobb, sőt a foltok olykor magas szélességeken, akár a póluson is megfigyelhetők. A poláris foltokkal kapcsolatban azonban az is felmerült, hogy esetleg a Doppler-leképezés tökéletlenségéből eredő mesterséges formák lehetnek. A *Nature*-ben publikált cikkünkben első alkalommal bizonyítottuk be egy nemzetközi csapattal együttműködésben, nagy felbontású optikai-infravörös interferometria használatával, hogy a mágnesesen aktív ζ Andromedae felszínén két időszakban is poláris folt figyelhető meg, továbbá a csillag felszínén a foltok eloszlása különbözik a két féltéken a két megfigyelt időszakban. Ez utóbbi megfigyelés arra enged következtetni, hogy a ζ And aktivitásáért felelős mágneses dinamo működése eltér a Napon megismerttől.



Intézetünk adott otthont február 20-án a Konkoly-emlékülésnek, melynek során alapítónk csillagászati, földmágnességi, meteorológiai és tudományszervező tevékenységéről emlékeztünk meg. Az esemény társszervezői a Magyar Csillagászati Egyesület és a Magyar Tudománytörténeti Intézet voltak. Az emlékülés csoportképe a főbejáratnál készült (Mizser Attila felvétele)

A gyorsan forgó, teljesen konvektív V374 Pegasi jól ismert célpontja a stabil mágneses tereket vizsgáló kutatásoknak. Kutatóink a mágneses tér egyik hatását: a csillag fényváltozásait és annak stabilitását vizsgálták. Többszín-fotometriai és spektroszkópai adatok alapján megmértük a flerek és korona-anyagkidobódások (CME-k) gyakoriságát. A fénygörbe csaknem merevtest-forgásra, illetve mintegy 16 éven át stabil foltkonfigurációra utal. Az erősebb flerek a kisebb aktív régió környékén gyakoribbak, bár kisebb kitörések minden fázisban láthatóak.

A Mount Wilson obszervatórium 36 éves adatsorát felhasználva a Nap típusú csillagok többéves időskálájú, mágneses eredetű változásait vizsgáltuk. Idő-frekvencia analízissel tártuk fel az adatsorokban az aktivitási ciklusok szerkezetét, meghatároztuk időbeli lefolyásukat, beleértve a többszörös és időben változó ciklusokét is. A 29 vizsgált csillag közül 28-on találtunk legalább egy aktivitási ciklust. A csillagok két jól elválasztható csoportot alkotnak. Tizenkét csillag, amelyeknek hosszabb, átlagosan 40 napos a rotációs periódusa, egymáshoz hasonló, nagyjából 10 év hosszúságú, egyszerű, sima ciklusokat mutatnak (ide tartozik a mi Napunk is). A többi 16 csillag átlagosan sokkal gyorsabban forog, és többszörös, komplex, olykor erőteljesen változó ciklusok jellemzik, kissé rövidebb időskálán. Az idősebb és fiatalabb csillagok közti választóvonal a 2-3 milliárd éves kor körül van, mely Vaughan-Preston-úrként is ismert. Ez a szétválás az aktivitás motorjának, a csillagdinamó megváltozásának a következménye, ami a csillagok rotációs fékeződése miatt következik be.

Napaktivitás

Különböző földi és űrfigyelések alapján egy több mint 140 évet lefedő egységes, homogén napfolt-adatbázist hoztunk létre. Az adatbázist kiegészítettük a történelmi magyar obszervatóriumok, Ógyalla és Kalocsa (1872–1919) észleléseivel a teljes korongról, valamint a Mount Wilson Obszervatórium napfoltpolaritás-rajzaival (1917–1976). A napfolt-relatívszám két komponenséért (foltok és foltcsoportok) különböző fizikai mechanizmusok felelősek, amelyek a bizonytalanság forrásai lehetnek. Ez a bizonytalanság a könnyen mérhető, felemelkedő mágneses fluxusmennyiség használatával kiküszöbölhető lenne. A debreceni napfoltadatok alapján a naptevékenység jelenleg elfogadott mérőszáma helyett egy annak bizonytalanságait kiküszöbölő, új indexet javasoltunk a napfolttevékenység mérésére.

A napkitörések általános hely-idő eloszlását vizsgáltuk a flerek előrejelzésének pontosítása érdekében a RHESSI és GOES műholdak adatait felhasználva. Bevezettünk két numerikus paramétert, amelyek azt jellemzik, hogy az aktív régiók milyen mértékben fler- és koronakidobódás-gyanú-

sak. A két paraméter az aktív régiókon belül lévő pozitív és negatív mágneses polaritások keveredtségének mértékét határozza meg. Az analízis szerint a flerek több mint 60 százaléka azokban a foltcsoportokban jelenik meg, amelyek közel vannak az aktív hosszúsághoz.

Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

A HBC 722 (V2493 Cyg) egy 2010 óta kitörésben lévő fiatal, eruptív, FU Orionis típusú csillag, a szokásosnál kisebb kitörésbeli luminozitással. Tanulmányoztuk az objektum optikai és infravörös fénygörbéit, és egy akkréciós koronggal modelleztük a spektrális energia eloszlását a kitörés során különböző időpontokban. Megvizsgáltuk a csillag spektrális tulajdonságainak fejlődését is új optikai és közeli infravörös spektrumokat felhasználva, és korábbi spektrumokkal összevetve. Közvetlen képet készítettünk a HBC 722 környezetéről milliméteres hullámhosszakon. Azt találtuk, hogy a kitörés első csúcsát 2010 szeptemberében a rendszer belső részeinek akkréciós rátájában bekövetkező növekedése okozta. Ezután egy hosszabb időskálájú folyamat következett, amelynek során a fényesedés oka a növekvő akkréciós ráta és a sugárzó terület növekedése volt. A HBC 722-t ugyan nem sikerült kimutatnunk a milliméteres kontinuumban, de felfedeztünk körülötte egy molekuláris gázból álló, lapult struktúrát.

A Naprendszerünk környezetében fellelhető fiatal csillagok jelentős része különböző mozgási halmazokhoz tartozik. Ezen csillagok kormeghatározása jóval pontosabb, mint az egyedi mezőcsillagoké, így ezek ideális, közeli célpontjai a csillagok, illetve a csillag körüli korongok korai fejlődését vizsgáló kutatásoknak. Egy, a Herschel-űrtávcsővel távoli-infravörös hullámhosszakon végzett felmérésben öt különböző fiatal halmaz 31 tagjánál kerestünk törmelékkorongokat. Hat célpontonál találtunk csillag körüli port, négy esetben ez teljesen új felfedezés. Az új adatbázist korábbi irodalmi adatokkal kombinálva megvizsgáltuk a kiválasztott mozgási halmazok Naphoz hasonló csillagai körül a törmelékkorongok gyakoriságát és jellemző tulajdonságait. A HD 38397 és HD 48370 jelű, Naphoz nagyon hasonló fiatal csillagok körüli korongokat sikerült felbontani a Herschel 70 μm -es felvételein.

A Lynds 1340 közepes tömegű csillagkeletkezési régiót vizsgáltuk optikai és infravörös hullámhosszakon. Az SDSS adatokból létrehozott új extinkciós térkép ritka, erősen fragmentált szerkezetű felhőt mutat. A felhő becsült tömege mintegy 3700 naptömeg, a felhőben született legnagyobb tömegű csillag körülbelül 5 naptömegű. Revideáltuk a felhő távolságát is. Hetvenöt $\text{H}\alpha$ -emissziós csillagot találtunk, amelyek közül 58 nem szerepelt korábbi felmérésekben. Meghatároztuk a csillagok spektrálisenergia-eloszlásait, és

fősorozat előtti fejlődési modellek segítségével a tömegeiket. Több esetben többes protocsillag-rendszereket, és új Herbig–Haro-objektumokat találtunk, illetve meghatároztuk azok gerjesztő forrásait. A csillagkeletkezés határfoka az új felmérés alapján mintegy 3%. A sűrű gáz és a fiatal csillagok eloszlásának vizsgálata azt sugallja, hogy a Lynds 1340-szerű csillagkeletkezési régiók különösen rövid élettartamúak.

Megvizsgáltuk a Wide-Field Infrared Survey Explorer űrtávcső AllWISE elnevezésű katalógusát, és fiatal csillagszerű objektumokat (YSO) azonosítottunk. A többdimenziós adat-teret egy kifinomult statisztikai módszerrel, a tartóvektor-géppel (SVM) tártuk fel. Egy új, teljes égboltot lefedő, 133 980 fiatal csillagszerű objektum-jelöltet tartalmazó katalógust készítettünk. A YSO-k eloszlása a Taurus–Auriga–Perseus területen jól korrelál a Planck-űrtávcső által detektált hideg felhőmagok eloszlásával.

Exobolygórendszerek

Kiszámoltuk, hogy milyen pontosságú mérések kellenek ahhoz, hogy a jeges exoholdak okkultációját fotometriai mérésekkel meg lehessen figyelni. Sikeres mérések esetén az exohold visszavert fénye elkülöníthető, és az exohold méretének ismeretében annak albedója becsülhető. A magas albedóérték felszíni vízjégre utalhat. Megmutattuk, hogy a vörös törpecsillagok ígéretebb célpontok a Naphoz hasonló csillagoknál, és hogy a közeli-infravörös J sávban érdemes méréseket végezni, ám ezek a megfigyelések még a következő generációs űrteleszkópok számára is kihívást jelentenek.

HATNet és $K2$ adatok felhasználásával megvizsgáltuk azt a kérdést, hogy lehet-e növelni a jeldetektálás hatékonyságát egy olyan modell alkalmazásával, amelyben a jel minden összetevőjét (korrelált zaj és a valós jel) egyszerre illesztjük az adatokhoz (korábbi szerzők néhány munkája azt sugallta, hogy ezáltal növekedhet a detektálás valószínűsége). Meglepő módon azt tapasztaltuk, hogy a tradicionális megközelítés (szisztematikus zajszűrés először, majd pedig jelkeresés) szignifikánsan jobb eredményre vezet, mint a teljes modell egyidejű illesztése. Ez azzal magyarázható, hogy a szisztematikusok által dominált esetekben a teljes modell alkalmazása nem teszi lehetővé a valós jel és a szisztematikusok hatékony szétválasztását, mert utóbbiak egy része jelként értelmeződik a modell illesztésénél.

A Naprendszer égitestjei

Átfogó vizsgálattal elemeztük a második legtávolabbi Neptunuszon túli objektum, a (225088) 2007 OR₁₀ hősugárzási és forgási adatait. Az analízis során $K2$ optikai adatokra, illetve a Herschel-űrtávcső távoli-inf-

ravörös adataira támaszkodtunk. Eredményeink azt mutatják, hogy ez az objektum nagyobb és sötétebb felszínű annál, mint ahogyan korábban gondolták. Nevezetesen, az általunk megállapított átmérő 1535 km-nek adódott, ami ezt az égitestet a három legnagyobb Neptunuszon túli objektum közé emeli. Ehhez az átmérőhöz tartozó fényvisszaverő képesség mértékére 8,9%-ot kaptunk. Az optikai fénygörbe további analízise alapján az égitest forgási periódusa 44,81 óra. Ezt a forgási periódust csak néhány hasonló dinamikai osztályú égitest múlja felül. Az objektum alakja mérete és forgása alapján legvalószínűbben egy MacLaurin-ellipszoid, azaz ezen fénygörbeváltozásokat a különböző fényvisszaverő képességű felszíni struktúrák okozzák. Az eredményeinket a NASA is méltatta: ehhez a kutatáshoz kapcsolódó hír a szervezet fő weboldalán is elérhető volt.

Megvizsgáltuk az elmúlt másfél évtizedben Piszkestetőről észlelt ötven hosszú periódusú üstökös aktivitását, illetve aktivitásuk változását. Jelenlétük különbséget találtunk a dinamikailag új és a visszatérő üstökösök között. Az Oort-felhőből származó vándorok aktivitása sokkal intenzívebb, akár 3-4-szer nagyobb, kómájuk is sokkal szimmetrikusabb, ami izotrop anyagkiáramlásra utal. A visszatérő kométák ezzel szemben jóval aszimmetrikusabb kómával jellemezhetők, a felületi fényesség meredekség-paraméter értéke esetenként negatív, ami hirtelen kitérésekre, az anyagtermelés gyors változására utal. A vizsgált égitestek morfológiai megjelenése változatos, gyakran jól fejlett porcsóvát mutatnak, de ez nem korrelál az üstökösök abszolút fényességével.

Új modellt dolgoztunk ki a Mars cirkumpoláris vidékein tavasszal megjelenő folyásnyomokra, amely kompatibilis a megfigyelésekkel és az elméleti ismeretekkel. Eszerint az ősszel a légkörből lerakódó por alkotta laza rétegben fellépő napi ciklusú hőtágulási feszültség képes lehet annyira összekavarni a szemcsék és a jég együttesét, hogy a szemcsék felületén megjelenő mikroszkopikus folyékony réteg az egész anyagghalmazt meggyengíti, amely folyásos kinézetű mozgást kezd. Új felvételek elemzésével rámutattunk, hogy a CO₂-jégtakaró alól előtörő gázkifúvásos jelenség során a felszínre hullott kőzetszemcsék vízzel vannak beborítva, és jelentősen megemelik a helyi H₂O-koncentrációt, meghozza a kifúvás lerakódásának térbeli jellege szerint.

A Rosetta üstökösprogram során a naprendszerkutatás történetében először vált lehetővé egy üstökös-mag közvetlen és hosszú időtartamú részletes vizsgálata, ami lehetőséget ad az üstökös-mag felszíni részletei, belső szerkezete és az aktivitási mechanizmusának megismerésére. A 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökös magjának színében napi változá-

sokat sikerült kimutatni, ami a vízjég szublimációjának és rekondenzációjának a következménye. Több, mintegy 1500 négyzetméteres, jégben gazdag foltokat találtunk, amelyek körülbelül 10 nap alatt eltűntek. Mindez a mag nagy skálájú heterogenitását mutatja.

Nukleáris asztrofizika

A korai Naprendszer protongazdag radioaktív atommagjait vizsgáltuk. Az ilyen atommagok forrásainak azonosításával távolabbi események időpontjait tudjuk meghatározni a Naprendszer születése előtti időszakban, és független megszorítások tehetők arra a molekulafelhőre nézve, amelyből a Nap született.

Két független vizsgálat keretében számolt atommag-keletkezési rátákat publikáltunk: az elsőt az aszimptotikus óriáság csillagainak összetételére, amelyben először vettük figyelembe a Napnál magasabb fémtartalmú modelleket. A másodikban olyan modelleket számoltunk – szintén elsőként –, amelyekben aszimptotikus óriásági és nagy tömegű csillagok is szerepeltek. Ezek a mennyiségek segítenek megérteni a csillagszél és a szupernóva-robbanások hatását a kozmosz kémiai evolúciójára. Közzétettük egy új típusú neutronbefogási folyamat első modelljeit, amelyeket különböző módszerekkel számoltunk, és amelyeket alacsony fémtartalmú haló-csillagok megfigyeléseivel is összehasonlítottunk. Megtaláltuk a folyamat nyomait a spektroszkópiai megfigyelések adataiban, ami azt jelzi, hogy pontosabb modellek szükségesek a folyamat jobb megértéséhez és csillagon belüli lokalizálásához.

A Naprendszerben a vasnál nehezebb elemek kis hányada protonban gazdag atommagokból áll, ezek az úgynevezett p-magok. Ezek keletkezése a nukleáris asztrofizika egyik legnagyobb kihívása. A p-magok fontos információt hordoznak a szupernóva-robbanások során lezajló nukleoszintézisről. Keletkezésükre a legelfogadottabb forgatókönyv a γ -folyamat, amelynek során nehezebb elemekből fotodezintegráció révén keletkeznek. Kutatóink leírták a γ -folyamatban létrejövő nehéz, protongazdag izotópok keletkezését, és a legmodernebb kísérleti eredmények felhasználásával feltárták a csillagokban működő nukleoszintézis folyamatait.

Laboratóriumi asztrofizika

Optikai, infravörös és Raman-módszerekkel laboratóriumi vizsgálatokat, valamint Magyarországon és Marokkóban terepi kutatómunkát végeztünk az ExoMars rover számára a folyóvíz és a szél szállította homokfrakciójú szemcsék elkülönítésének megkönnyítésére. Folytattuk marsi

meteoritok (Nakhla, Governador Valedares, Lafayette) laboratóriumi elemzését is. A munka keretében másodlagos ásványokat azonosítottunk a meteoritokban.

Műszerfejlesztés

Jelenleg a Légyszem-kamerarendszer a Piskésetői Observatóriumban, a számára épített termikusan stabilizált burkolatban található, és autonóm méréseket végez, amikor az időjárási feltételek megfelelőek. Ennek eldöntése valós idejű időjárásadatokon alapul. Bemutattuk, hogy az általunk választott optikai rendszerrel a fényességmérés pontossága eléri a millimagnitúdós szintet fényes csillagokra, míg halvány forrásokra 15 magnitúdós határfényesség is elérhető az r sávban. A fő cél, hogy a Sloan-fotometriai rendszerben folyamatos többszín-fotometriai adatsorokat biztosítsunk számos csillagászati jelenségről a naprendszerbeli objektumoktól az aktív csillagok és a fedési exobolygók fényváltozásain át fényes extragalaktikus kitörésekig. A kamerarendszer kiegészítő adatsorokkal fog hozzájárulni a nagy szinoptikus felmérésekhez (például LSST), mivel ezen eszközök szaturációs határa közel van a Légyszem által még megfigyelhető halvány objektumok látszó fényességéhez.

Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

A csillagászat azon kevés természettudományok egyike, amelyre a szélesebb közvélemény is figyel. Eredményei rendre megjelennek a nyomtatott és elektronikus sajtóban. Az érdeklődés fenntartásában, az új eredmények szélesebb megismertetésében és a külföldi szakmai eredmények szakszerű tolmácsolásában az intézet kutatói tudatosan és nagy elkötelezettséggel vesznek részt. Ennek szellemében (1) folytattuk a csoportvezetéssel összekötött rendszeres nyitva tartást a Piskésetői Observatóriumban; (2) vezettük a www.csillagaszat.hu csillagászati híroldalt; (3) távcsöves bemutatót tartottunk a Merkúr-átvonulás napján (2016. május 9.); (4) utazó planetáriummal és előadásokkal vettük részt a Természettudományi Múzeumban rendezett Földtudományi Forgatagon. Folytattuk az ismeretterjesztő és sajtóbeli megjelenéseket (évente százas nagyságrendben ismeretterjesztő előadások tartása, riportok, interjúk). Speciális szaktudást igénylő szakértői feladatokat is elláttunk (például bírósági ügyekben).

Hazai és nemzetközi kapcsolatok, pályázatok

Hazai kapcsolatok

A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottunk fent hazai csillagászati kutatóhelyekkel: ELTE Csillagászati Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, Bajai Csillagvizsgáló, ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Observatóriuma, Nyugat-Magyarországi Egyetem és a debreceni Atommagkutató Intézet. A beszámolási időszakban is részt vettünk az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, szakdolgozati, tudományos diákköri és doktori témavezetéssel. A 2016-os tanévben az alábbi kurzusokat tartottuk, illetve vettünk részt előadásokkal. ELTE: *A Mars földrajza és geológiája; Asztrostatisztika I–II.; Az asztrofizika megfigyelési módszerei; Bevezetés a csillagászatba; Csillagászati műszertechnika; Csillag körüli korongok fejlődése; Csillagászati észlelési gyakorlatok; Csillagok világa; Galaktikus csillagászat; Obszervációs csillagászat; Pulzációelmélet; A Naprendszer peremén; Űrfotometria.* DE: *Bevezetés a csillagászatba, SZTE: Pulzációelmélet; Űrcsillagászat; Csillagászzottörténet; Elméleti asztrofizika; Csillagászati spektroszkópia; Galaktikus csillagászat.*

Nemzetközi kapcsolatok

Tovább folytattuk gyümölcsöző nemzetközi együttműködéseinket a CoRoT, Herschel, Gaia, KASC, TASC, CHEOPS, PLATO, LUNA, JINA, JUNA, Rosetta, HATNet, Matisse, MIDI projektekben. 2016-ban is számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt csillagászati nagyműszerekre (APEX, ALMA, Subaru, IRAM, K2, Spitzer, ESO VLT, VLA, WHT) nemzetközi együttműködésben.

Rendezvények, mobilitás

Az év során több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettek részt az intézet kutatói: *PACS Photometer Workshop*, (MTA CSFK CSI 2016. február 15–17.); *From star and planet formation to early life* konferencia (Vilnius, Litvánia, 2016. április 25–28.); *Hungary and the European Southern Observatory* ülésszak (MTA CSFK CSI, 2016. június 1.); *Young eruptive stars* mini-workshop (MTA CSFK CSI, 2016. június 1–3.); *Episodic accretion in star formation* European Week of Astronomy and Space Science (Athén, Görögország, 2016. július 4–8.); *Konkoly Spektroszkópai Nyári Iskola* (MTA CSFK CSI, 2016. július 18–22.); *The XII Torino workshop and IV CSFK Astromineralogy workshop* (Budapest,

2016. július 31. – augusztus 5.); *Blowing in the wind* konferencia (Quy Nhon, Vietnam, 2016. augusztus 7–13.); *ELFT Fizikus Vándorgyűlés* (Szeged, 2016. augusztus 24–27.); *Missing links from disks to planets* (MTA CSFK CSI, 2016. október 10–13.); *STFC Advanced Summer School in Solar System Physics* (Sheffield, Egyesült Királyság, 2016. szeptember 4–9.); *Emlékkülés Konkoly Thege Miklós tiszteletére, halálának 100. évfordulója alkalmából* (MTA, Budapest, 2016. november 7.).

Az intézet kutatói több hosszabb tanulmányutat tettek a Bécsi Egyetemen (Ausztria), a Sheffieldi Egyetemen (Egyesült Királyság), a Heidelbergi Elméleti Asztrofizikai Intézetben, (Németország), az IPAC/Caltech intézetben (Egyesült Államok), a granadai Instituto de Astrofísica de Andaluciában (IAA-CSIC, Spanyolország), a Cambridge-i Egyetemen (Egyesült Királyság), a Bordeaux-i Observatóriumban (Franciaország), Puerto Varasban (Chile), a Leibniz Asztrofizikai Intézetben (Potsdam, Németország), a Leideni Observatóriumban, a Leideni Egyetemen és a Leideni ALMA Regionális központban (Hollandia), az MPI für Extraterrestrische Physik és Astronomie intézetekben (Heidelberg, Németország), az MPI für Radioastronomie-ban (Bonn, Németország), a nizzai Côte d’Azur Observatóriumban (Franciaország) és a Zürichi ETH-n (Svájc). Vendégkutatókat fogadtak Japánból, az Egyesült Királyságból, Németországból, Spanyolországból, Ausztriából, Chiléből, Svájcból, Svédországból, Franciaországból és az Amerikai Egyesült Államokból.

A 2016-ban elnyert hazai és nemzetközi pályázatok

A bevezetésben említett négy nagy összegű pályázat a következő: ERC Starting Grant SACRED 2017-22 (vezető kutató: Kóspál Á.), 425 M Ft; ERC Consolidator grant RADIOSTAR 724560, *Radioactivities from Stars to Solar Systems* (vezető kutató: Lugaro, M.) 2017-22 535 M Ft; GINOP-2.3.2-15-2016-00003 *Kozmikus hatások és kockázatok* 2016-20 (vezető kutató: Kiss L.) 941 M Ft; GINOP 2.3.2-15-2016-00033, *Tranziens Asztrofizikai Objektumok* 2017-21 (vezető kutató: Vinkó J.) 687 M Ft. A több mint 2,5 milliárd forintnyi pályázati támogatás forrása részben a European Research Council (ERC) egyéni kutatói kiválóságot támogató konstrukciója, amiben két Lendület-nyertes kutató, Kóspál Ágnes és Maria Lugaro indult sikerrel egy-egy ötéves kutatási programmal, részben pedig a magyar kormány által menedzselt Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program (GINOP), amelyben Kiss László és Vinkó József vezetésével kapott támogatást két konzorciális projekt (az ELTE GAO és az SZTE partnerségével). Ezek a projektek a következő években alapvetően meg fogják határozni az intézetben folyó kutatások irányait.

További, kisebb volumenű pályázati sikereink 2016-ban: European COST Action Proposal OC-2016-1-20829 *ChETEC: Chemical Elements as Tracers of the Evolution of the Cosmos* (alelnök: Lugaro, M.) 2017-21 186 M Ft; H2020 Opticon No. 730890 *Optical Infrared Coordination Network for Astronomy* 2017-20 (vezető kutató: Ábrahám, P.) 44,74 M Ft; NKFIH K-119993, *Örvénykeltette bolygókeletkezés*, 2016-19, (vezető kutató: Regály Zs.) 9,552 M Ft; MTA Infrastrukturális pályázat, *3D numerikus asztrofizika labor* (vezető kutató: Regály Zs.) 32,5 M Ft; COOP-NN-116927 *Marsi üledékes képződmények vizsgálata földi analógiák alapján és kapcsolódás európai űrprogramhoz* 2016-19 (társkutató: Kereszturi Á.) 2,9 M Ft; *Mars analogue drills and laboratory analysis at dry, salty terrains to support ExoMars rover's activity, workflow optimization and later interpretation* (vezető kutató: Kereszturi Á.) (EuroPlanet 2020 RI TA, 10586 projekt) 915 E Ft; OMAA pályázat *Stellar Pulsation in 1-2-3 Dimension* (vezető kutató: Kovács G.) 2061 E Ft; OMAA pályázat *Charakterisierung des Welt-raumwetters in extra-solaren* (vezető kutató: Vida K.) 2442 E Ft; OMAA pályázat, *Selbstkonsistente Modellierung der Entstehung und Evolution von Planeten II* (vezető kutató: Regály Zs.) 1,823 M Ft.

PETROVAY KRISTÓF

AZ ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2016-ban

Személyi állomány

A beszámolási időszakban újabb személyi változások történtek. Egy kari szervezeti átalakulás kapcsán tanszékünk állományába került Kutrovácz Gábor adjunktus, csillagász, aki főként a csillagásztörténet és a tudományfilozófia területén végez oktató- és kutatómunkát. Korábbi tanszéki adminisztrátorunk, Hevele Ildikó nyugalomba vonult. Miután a kari adminisztrációs ügyintézés már 2015-től központosították, adminisztrátorra jelenleg tanszéki szinten nincs szükség. Az oktatásszervezéssel, ügyvitellel kapcsolatos feladatokat újonnan felvett obszervátorunk, Strifler Anita vette át, aki emellett planetáriumunk üzemeltetését is végzi.

A tanszék személyi állománya 2016 végén a következő volt: Petrovay Kristóf tanszékvezető egyetemi tanár, Balázs Béla emeritus professzor, Erdi Bálint emeritus professzor, Balázs Lajos egyetemi magántanár, Forgácsné Dajka Emese adjunktus, Kutrovácz Gábor adjunktus, Sándor Zsolt adjunktus, Süli Áron adjunktus, Tóth L. Viktor adjunktus, Strifler Anita obszervátor. Vendégkutatók: Belucz Bernadett, Fáy-Siebenbürgen (Erdélyi) Róbert, Marschalkó Gábor, Pál András, Zahorecz Sarolta. Doktoranduszok: Hajdu Tamás, Karsai Szilvia, Nagy Melinda, Perger Krisztina, Pintér Sándor, Slíz Judit, Sztakovics János. Óraadók, külső előadók: Bartha Lajos, Borkovits Tamás, Frey Sándor, Gabányi Krisztina, Illés Erzsébet, Kálmán Béla, Kiss László, Kóspál Ágnes, Kővári Zsolt, Szabó Róbert, Szegő Károly.

Oktatás és ismeretterjesztés

A csillagász mesterszakon és az alapszakok csillagászat szakirányain zökkenőmentesen tovább folyt a bolognai rendszer szerinti oktatás.

Az ELTE által elnyert Felsőoktatási Struktúraátalakítási Alap program támogatásával új, angol nyelvű tananyagokat dolgoztunk ki. Ezek

között szerepel Petrovay Kristóf elméleti asztrofizikai tankönyve (*The Physical Foundations of Theoretical Astrophysics*), valamint több diador: *Introduction to Astronomy 1–2* (Petrovay K.); *Astronomy from Space 1–2* (Tóth L. V.); *Observational Astronomy: Solar Physics* (Petrovay K.); *Astronomical Spectroscopy – Problems* (Tóth L. V.). A tananyagok a tanszék honlapján elérhetők.

Planetáriumi műszerünket továbbra is intenzíven használjuk mind oktatásra, mind a tudományos ismeretterjesztésre. Belucz Bernadett, Nagy Melinda és Sztakovics János az év során összesen 29 planetáriumi bemutatót tartott iskolai osztályok, szakkörök, az ELTE dolgozói, illetve szakmai érdeklődők részére.

Öröndetesen felélénkült a csillagász tudományos diákköri tevékenység. Ebben nagy szerepet játszott a Tóth L. Viktor diákköri elnök kezdeményezésére április 11-én megrendezett Csillagász Tehetségnap, amelynek keretében hallgatók és a témavezetés iránt érdeklődő kutatók rövid bemutatkozására, kapcsolatépítésre nyílt lehetőség. A rendezvény a Nemzeti Tehetség Program Hazai Tudományos Diákköri Műhelyek (NTP-HHTDK-16) pályázat támogatásával jött létre. Eredményei már az év végén megmutatkoztak, amikor a kari TDK-konferencián minden eddiginél nagyobb számú és magasabb színvonalú dolgozat szerepelt. A három szekcióban született eredmények alább láthatók.

NAPRENDSZER ÉS BOLYGÓRENDSZEREK SEKCIÓ

Kiemelt 1. díjat kapott Zsámberger Noémi 2. évfolyamos csillagász MSc hallgató (témavezetője Erdélyi Róbert, University of Sheffield) *Szolaris magneto-hidrodinamikai hullámok vizsgálata aszimmetrikus mágneses környezetben* című dolgozatával.

1. díj – Pál Bernadett (2. csillagász MSc; Sándor Zsolt, ELTE Csill. Tansz.): *Planetezimál-akkréció hatása bolygómagok 1-es típusú migrációjára*

2. díj – Császár Anna (1. csillagász MSc; Sándor Zsolt, ELTE Csill. Tansz.): *Protoplanetáris korongok fotoevaporációja időfejlődő 1D modellben*

3. díj – Skobrák Tibor (2. csillagász MSc; Sándor Zsolt, ELTE Csill. Tansz.): *Óriásbolygók pályavándorlásának új aspektusai*

Pályaművet adtak be:

Soos Szabolcs (3. fizika BSc; Forgácsné Dr. Dajka Emese, ELTE Csill. Tansz.): *A CME-k által kibotott plazma sebesség- és térbeli eloszlásának statisztikai vizsgálata*

Zsidi Gabriella (2. csillagász MSc; Forgácsné Dr. Dajka Emese, ELTE Csill. Tansz.): *Napfoltcsoportok időbeli fejlődésének statisztikai vizsgálata*

Ignác Bernadett (3. földtudományi BSc; Takácsné Farkas Anikó, Kiss Csaba, MTA CSFK): *Neptunuszon túli égitestek holdrendszereinek vizsgálata a Hubble-űrtávcső archív képei alapján*

Szilágyi Máté (3. földtudományi BSc; Regály Zsolt, MTA CSFK): *Földszerű bolygók hatása gázt tartalmazó törmelékcorongok szerkezetére – a HD 21997 rendszer vizsgálata numerikus hidrodinamikai és N-body szimulációkkal*

SZTELLÁRIS ASZTROFIZIKAI SZEKCIÓ

1. díjat kapott Kovács Gábor 3. évfolyamos fizika BSc hallgató (témavezetője Plachy Eme se, MTA CSFK) *Perióduskettőződés W Virginis típusú változó csillagokban* című dolgozatával.

2. díj – Juhász Áron (2. csillagász MSc; Molnár László, MTA CSFK): *A Kepler K2 misszió hármas mezőjében található RR Lyrae csillagok fotometriai vizsgálata*

3. díj – Gerják Tímea (1. csillagász MSc; Varga József, MTA CSFK): *HD 50138 – egy fiatal csillag korongja közép-infravörösben, nagy térbeli felbontással*

3. díj – Sallai József Martin (3. földtudományi BSc; Hajdu Tamás, ELTE Csill. Tansz.): *Rövid periódusú kettőscsillagok vizsgálata a Kepler-mezőben cikluseltolódás módszerrel*

Pályaművet adtak be:

Bögnér Rebeka (2. csillagász MSc; Tóth L. Viktor, ELTE Csill. Tansz.): *Fiatal csillagok a Herschel-katalógusban*

Seli Bálint (3. fizika BSc; Szabó Róbert, MTA CSFK): *Rejtett kincsek a Kepler-űrtávcső adatbázisában – pixelfotometria a gyakorlatban*

GALAKTIKUS CSILLAGÁSZAT SZEKCIÓ

Kiemelt 1. díjat kaptak Galgóczi Gábor és Dálya Gergely 2. évfolyamos fizikus MSc hallgatók (témavezetőjük Raffai Péter, ELTE Atomfizikai Tansz.) *Galaxiskatalógus fejlesztése és felhasználása elektromágneses és gravitációshullám-tranziensek forrásgalaxisainak azonosításában* című dolgozatukkal.

1. díj – Kovács Tímea (3. fizika BSc; Marton Gábor, MTA CSFK és Tóth L. Viktor, ELTE Csill. Tansz.): *GRB anyagalaxisok fizikai paramétereinek vizsgálata Herschel-adatok felhasználásával*

2. díj – Deme Barnabás (1. csillagász MSc; Sándor Zsolt és Tóth L. Viktor, ELTE Csill. Tansz.): *Felhőmagok dinamikája*

3. díj – Stermeczy Zsófia Valéria (3. fizika BSc; Vinkó József, MTA CSFK és Hajdu Tamás ELTE Csill. Tansz.): *Árapály-katasztrófák nagy tömegű fekete lyukak gravitációs terében*

Dicséret – Becző Abigél (3. földtudományi BSc; Frey Sándor, MTA CSFK): *J0238+0233: a dupla csúcsok nyomában*

Pályaművet adott be – Dömény Balázs (3. fizika BSc; Gabányi Krisztina, MTA CSFK): *A 4C+10.45 kvazár jetjének vizsgálata a MOJAVE mérési adatainak felhasználásával*

Emellett TDK-s diákjaink egy csoportja németországi és csehországi kutatóhelyeken tett ismerkedő látogatást.

Az ERASMUS csereprogram keretében 2016-ban négy hallgatónk vett részt több hónapos külföldi részképzésen, illetve szakmai gyakorlaton. Kővári Emese és Teravágimov Róbert a Helsinki Egyetemen, Zsidi Gabriella és Zsámberger Noémi Kinga pedig a Sheffieldi Egyetemen folytattak tanulmányokat.

2016-ban az alábbi hallgatók tették le a csillagász mesterszakos záróvizsgát: Dencs Zoltán, Kovács Orsolya, Ládi Tímea, Perger Tímea, Takácsné Farkas Anikó, Tar Ingrid.

A 2016. január 18-i Vénusz-átvonulás megtekintésére a légymányosi campuson több műszerrel kivonulva bemutatót tartottunk az Eötvös

Egyetem polgárai és más érdeklődők részére. A szeptemberben és februárban megrendezett nyílt napokon planetáriumi műsorokkal működünk közre.

Kutatás

2016-ban tanszékünk munkatársainak 17 bírált tudományos folyóiratcikke, valamint 10 további tudományos közleménye jelent meg. A publikációk jegyzéke a tanszék honlapján megtalálható.

Égi mechanika és bolygórendszerek

Óriásbolygók gyors kialakulásának lehetőségét vizsgáltuk a magakkreciós hipotézis egy kiterjesztett modelljében, amely szerint az óriásbolygók magjai a protoplanetáris korong nyomási maximumainak környezetében keletkeznek. Kutatásaink során két nyomási maximumot vizsgáltunk egy egydimenziós időfejlődő protoplanetáris korongban. Ebben a modellben a korong gázanyagának fejlődését egy diffúziós, a szilárd komponens viselkedését pedig egy advekciós parciális differenciálegyenlet egyidejű numerikus integrálása során kaptuk. Feltételezéseink szerint az egyik nyomási maximum a gáz halmazállapotú víz kifagyási helyénél (hóhatár), a másik az akkréciósan inaktív tartomány külső határánál jön létre. A nyomási maximumokban egyrészt felhalmozódnak a korongban kialakult, a közegellenállásra legérzékenyebb planetezimálok, továbbá közvetlen környezetükben eltűnik a bolygómagok pályavándorlásáért felelős forgatónyomaték is. Eredményeink szerint a nyomási maximumokban igen gyorsan kialakulnak az óriásbolygók, jóval a korongnak a központi protocsillag röntgen-, illetve extrém ultraibolya sugárzása által okozott elpárolgása előtt. Kutatásainkat az Universidad Nacional de La Plata (Argentína) kutatóival együttműködésben végeztük (Sándor Zs., Guilera O.).

A *Kepler*-, illetve CoRoT űrtávcsövek fedési kettőscsillag-fénygörbéit elemezve több száz excentricitás- és periódusértéket határoztunk meg, amelyek segítségével az árapály okozta körösödési (cirkularizációs) folyamatokat vizsgáltuk. Eredményeink jól egyeznek az elméletileg jósolt és a korábbi vizsgálatokból született eredményekkel.

Vizsgáltuk a CoRoT űrtávcső fedési kettőscsillagainak fedésiközépidő-változásait. Noha a megfigyelések rövid (legfeljebb néhány hónapos) időszakot ölelnek fel, a közel 1500 rendszerből 5-nél találtunk rövid keringési periódusú harmadik testre utaló jeleket. Fénygörbe-modellezéssel és

O-C illesztéssel meghatároztuk ezen rendszerek paramétereit. A vizsgálatokat a Wigner GPU Laboratóriummal és az SZTE Bajai Observatóriumának munkatársaival együttműködésben végeztük. (Hajdu T., Sztakovics J., Forgácsné Dajka E., Marschalló G., Borkovits T.)

Bolygócsírák összeállítását modelleztük egy általunk fejlesztett, GPU-n futó, párhuzamos számítógépes szimulációs program segítségével. A hasonló szimulációk során a számítások felgyorsítása érdekében gyakran használják azt a módszert, hogy már akkor ütközést tételeznek fel, ha a testek egymástól mért távolsága a sugaruk összegének egész szám-szorosa. Ezt az egész számot jelölje A_{ref} . Érdekes kérdés, hogy ez a faktor hogyan befolyásolja az ütközéseket jellemző paraméterek eloszlását. Mi 50 olyan kétdimenziós szimulációt futtattunk, amelyben – elsőként – 10000 kölcsönható protobolygó mozgásegyenleteit integráltuk 1 millió évre. A futtatásokat A_{ref} öt különböző értékével végeztük el, és mind az öt esetben tíz különböző kezdeti feltétellel indítottuk. A szimulációk során a numerikus kód detektálta a protobolygó ütközéseit, és az így létrejött új protobolygóval folytatta az integrálást. A szimulációk végén jellemzően 10–30 bolygócsíra maradt. Az ütközéseket jellemző adatok: az ütközési paraméter, a sebesség és a specifikus becsapódási energia. A vizsgálatok során kiderült, hogy ezeknek a paramétereknek az eloszlása teljesen független a konkrét kezdeti feltételektől. Az ütközési paraméter nem befolyásolja A_{ref} értéke sem, az minden esetben egyenletes eloszlású. Ugyanakkor az ütközési sebesség és a specifikus becsapódási energia eloszlása már erősen függ A_{ref} értékétől. Mivel egy ütközés végeredménye függ az ütközés sebességétől (az eredmény az egyetlen nagy testtől a sok apró törmelékig terjed), fontos tudni, hogy ezek az értékek milyen eloszlást követnek, ha nem a valódi ($A_{\text{ref}} = 1$) ütközést tekintik a numerikus szimulációk során. A különböző A_{ref} értékekhez tartozó eloszlások ismeretében lehetőség van az ütközések kimenetelének pontosabb figyelembevételére. A kutatást az MTA CSFK KTM CSI egy munkatársával együttműködésben végeztük (Süli Á., Regály Zs.).

A csoport tagjai eredményeiket Budapesten, 2016 júniusában a 6. Wigner GPU Day workshopon, valamint az ugyancsak júniusban Párizsban megrendezett AstroFluid2016 konferencián is bemutatták.

Szoláris és asztrofizikai magnetohidrodinamika

Kiterjedt statisztikai vizsgálatot végeztünk a napfoltcsoportok területének időbeli fejlődésére vonatkozóan. Több mint 8500 napfoltcsoportot vontunk be a vizsgálatba, és a napfoltcsoportok területének időbeli változását ferde normális eloszlással közelítettük. Elemeztük az ezen eloszlást

jellemző paraméterek eloszlását, illetve a napfoltcsoportok egyéb fizikai jellemzőivel való kapcsolatát. Eredményeink alapján, ha egy foltcsoport aszimmetrikusan fejlődik, akkor több olyan csoport található, ahol a foltcsoport fejlődését jellemző területváltozás görbéjének felfutása meredekebb, míg a lecsengése laposabb. Az aszimmetriát jellemző paraméter ciklusokon belüli eloszlásában sem időben, sem térben nem találtunk kitüntetett időszakot vagy szélességet. Statisztikai vizsgálataink azt is megmutatták, hogy a nagyobb maximális területű foltcsoportok fejlődése közel szimmetrikus, ezzel szemben a kisebb foltcsoportok esetében sokkal aszimmetrikusabb fejlődés is előfordulhat. A vizsgálatokat a Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék egy munkatársával együttműködésben végeztük (Forgácsné Dajka E., Zsidi G., Dobos L.).

Az MTA Wigner FK munkatársaival együttműködve megkezdtük a neutroncsillagok belső szerkezetének tanulmányozását az úgynevezett Kaluza–Klein-elmélet keretein belül, amely az einsteini elméletet az erős kölcsönhatás geometrizálásával ötdimenziós formalizmussá egészíti ki. E modellben a hadronikus gerjesztések a téridő egy extra kompaktifikált térszerű dimenziójának irányába történő mozgással azonosíthatóak. A legegyszerűbb Kaluza–Klein-modellben lehetőségünk van az extra dimenziót tartalmazó Tollman–Oppenheimer–Volkov-egyenlet egy speciális megoldására, amelyben tetszőleges számú és tömegű hadronikus gerjesztés jelenhet meg. Jelen kutatásban ennek hatását elemezzük a kompakt csillagok megfigyelhető mennyiségeire (tömeg, sugár) (Forgácsné Dajka E., Karsai Sz., Barnaföldi G., Pósfay P.).

Fáy-Siebenbürgen (Erdélyi) Róbert témavezetésével a csoport bekapcsolódott a most induló PRE-EST konzorciális pályázatba. Az Európai Unió Horizon 2020 programjából finanszírozott pályázat célja a kanári-szigeteki tervezett nagy naptávcső, az EST (European Solar Telescope) előkészítése, pontos helyének kiválasztása, az építés és működtetés jogi és pénzügyi feltételek biztosítása, potenciális konstruktőrök keresése, a projekttel kapcsolatos igényfelmérés és tájékoztatás.

Csillagközi anyag, csillagképződés

A közeli csillagkeletkezési helyek megfigyelése és modellezése során 3D modellt alkottunk a hideg csillagközi anyag elemzések egyik legfontosabb célpontja, a TMC-1 jelű felhő szerkezetéről. Nagy spektrális felbontású rádióspektroszkópiai és távoli-infravörös fotometriai méréseinket statisztikus módszerek alkalmazásával is elemezve az elnyúlt felhőben úgynevezett felhőszálakat különítettünk el, és az egyik darabkában formálódó protocsillag hatását mutattuk ki a környező csillagközi

anyagra, ez volt a modellünk alapja. A népszerűsítő kis animáció az ELTE egyik legtöbbet letöltött videója volt: <https://www.youtube.com/watch?v=sauawwQi0QM>.

A Planck-felmérésbe kapcsolódva csoportunk a 2010-es évektől a csillagközi anyag fizikájával, illetve a galaktikus folyamatokkal kapcsolatos vizsgálatát a Naprendszer körülbelül 1000 fényéves környezetétől a szomszédos spirálkarokon túlra is kiterjesztette, és a kis és közepes tömegű csillagok keletkezése mellett a nagy tömegű csillagok keletkezésének feltételeit, körülményeit is tanulmányozza.

Széles nemzetközi együttműködésben nagyszabású, több száz hideg felhőre kiterjedő mérésorozatot kezdtünk a JCMT, Arizona SMT, Nobeyama-45m, IRAM-30m, TRA0-14m rádiótávcsövekkel. A projektben nemzetközi csapatunk külföldi munkatársainak segítségét és a távmérés lehetőségét is kihasználtuk.

Tevékenyen részt vettünk a Herschel SPIRE pontforrás-katalógus (SPSC) 1. verziójának elkészítésében, amely már elérhető a NASA/IPAC Infrared Science Archive (irsa.ipac.caltech.edu) oldalon. A több mint 1,6 millió pontforrás fluxusait, azok hibáját, valamint a források változékonyságát számító rutinok jelentős részét Pintér Sándor doktori hallgatónk írta és tesztelte. Az extragalaktikus források vizsgálatát nehezítő galaktikus előtér szerkezetének elemzésére külföldi munkatársakkal mérési időt nyertünk, és méréseket végeztünk az Osaka-1,85m és az Australia Telescope Compact Array (ATCA) távcsövekkel.

A csoport vezetőjének témavezetésével egy vegyész diplomamunka is készült (ifj. Bertsyk Péter: *Planck hideg felhők kémiai időevolúciójának vizsgálata*).

A csoport tagjai: Tóth L. V., Fehér O., Pintér S., Zahorecz S.; részt vevő hallgatók: Bertsyk P., Bögnér R., Kovács T.

Egyéb kutatások

A Fermi mesterséges hold kutatógárdája a 2015. szeptember 14-én észlelt gravitációshullám-eseményhez köthető elektromágneses jelet figyelt meg. A Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék munkatársaival együttműködve kifejlesztettük a többcsatornás detektorjelek elemzésére alkalmas ADWO algoritmust, amely a Fermi műhold Gamma-ray Burst Monitor (GBM) műszere által szolgáltatott CTTE adatáramban hasonló eseményeket képes detektálni. Ennek segítségével kerestünk rövid transziens jeleket az adatfolyamban. Megtaláltuk a GRB150522B gammakitörést, illetve a GW150914 gravitációs hullám, valamint az LVT151012 transziens esetleges elektromágneses párját. Az ADWO egy függetlenül fejleszt-

tett, előzetes feltevéseket nem igénylő adatelemzési módszer, amely csupán a Fermi mesterséges hold nyers adatait használja. Ennek következtében hatékony, független teszt lehet bármely elektromágneses jel vizsgálátára, amely a jövőben megfigyelendő gravitációs hullámot kíséri (Balázs L. és mások).

Tudományos közélet

Az MTA köztestületének csillagász és űrfizikus tagjai az MTA doktori köréből Petrovay Kristófot választották meg képviselőjüknek az MTA közgyűlésében a 2016–2019 időszakra. Ugyanezen időszakra Petrovay Kristóf dékáni felkérés alapján az ELTE TTK Minősbiztosítási és Habilitációs Bizottságának tagja is lett; emellett továbbra is ellátja az ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézetében az igazgatóhelyettesi és központvezetői teendőket.

A 2016. májusi Eötvös-nap alkalmával Tóth L. Viktor a Természettudományi Tudományos Diákkör érmét vehette át.

Tóth L. Viktor szervezésében 2016 júniusában a *Galactic Cold Cores 2016* nemzetközi konferenciát láttuk vendégül egyetemünkön, mintegy húsz résztvevővel. A konferenciára három kontinensről érkeztek előadók.

Munkatársaink több nemzetközi konferencián szerepeltek előadással vagy poszterrel. Tóth L. Viktor intézeti előadást tartott a japán űrkutatás fellelővárában, a JAXA központjában *Star formation and interstellar medium in our Galactic environment and in extragalaxies up to billions of light years* címmel.

Sándor Zsolt vendégeként munkalátogatást tett tanszékünkön Wilhelm Kley, a Tübingeni Egyetem Csillagászati és Asztrofizikai Intézetének professzora. Kley professzor látogatása nyomán kutatócsoportjaink között új tudományos együttműködés kezdődött, amely a rezonáns és közel rezonáns Kepler-rendszerek kialakulását vizsgálja. Mivel a Tübingeni Egyetemen is elindul a kétéves mesterképzés asztro- és részecskefizikából, tanszékeink Erasmus+ megállapodást kötöttek, amely lehetővé teszi a két egyetem hallgatóinak és oktatóinak mobilitását.

SZABÓ M. GYULA

**Az ELTE Gothard Asztrofizikai
Obszervatórium Multidiszciplináris
Kutatóközpont 2016. évi tevékenysége**

Tudományos és oktatási tevékenység

Az MTA CSFK CSI kutatóival együttműködve részt veszünk a *Kepler/K2* mezőkben detektált kis égitestek tanulmányozásában. A fénygörbék kvázifolyamatosak és több nap hosszúságúak. Huszonhat kisbolygóra először határoztunk meg forgási periódust. Számos fővi kisbolygó, Neptunuszon túli objektum és bolygóhold K2-adatsorának első közlésében vettünk részt. Megvizsgáltuk a K2-mezőkben detektált 56 trójai kisbolygó forgási tulajdonságait. Kimutattuk, hogy a trójai kisbolygók forgási statisztikája a lassúbb irányban jelentősen eltér a fővitől, ami a kettősök nagy arányára utal. Találtunk egy kétperiódusú fénygörbét mutató trójai kisbolygót is, amit a kettősség nagyon határozott jeleként értelmeztünk.

Megvizsgáltuk az elmúlt másfél évtizedben Piszkés-tetőről észlelt ötven hosszú periódusú üstökös aktivitását, és az aktivitásuk változását. Jelentős különbséget találtunk a dinamikailag új és a visszatérő üstökösök között.

A CoRoT űrtávcső archívumában szisztematikus keresést végeztünk RR Lyrae típusú változócsillagok azonosítására. Eredményként kilenc olyan adatsort találtunk, amelyet még senki nem vizsgált meg. Ezek közül 7 változócsillag teljesen új felfedezés, három pedig Blazskó-effektust is mutat. Első ízben sikerült kimutatni egy RR Lyrae csillag pulzációjáról, hogy az nem szigorúan periodikus, hanem véletlenszerű fluktuációt mutat.

A *Kepler*-mező egy Ap csillagának vizsgálatával a BVRI fényváltozások antikorrrelációját mutattuk ki. Az analízis a lefedett 4 éves időskálán detektálható foltváltozásra utal.

Részt vettünk a *Kepler*-űrtávcső fedési kettősei végső katalógusának elkészítésében, amely magában foglalja az egész misszió adatsorát. Összesen 2978 objektumot azonosítottunk fedési vagy ellipszoidális válto-

zócillagként, amely közel 1,3%-a a *Kepler* által mért objektumoknak. Az analízis során az efemeriszeket és az alapparamétereket újraszámoltuk, a klasszifikációt felülvizsgáltuk analitikai modellek felhasználásával, a fedési idők változásait kiszámoltuk, osztályoztuk a rendszereket, például azonosítottunk hármas fedési rendszereket, szívdobbanás-csillagokat, változó fedési mélységű rendszereket, valamint nagyon hosszú keringési idejűeket, amelyek csak egyetlen fedést mutatnak a négyévnnyi mérés alatt.

Részt vettünk a KIC 8462852 jelű csillag vizsgálatában, amely komplex és látszólag semmiféle szabályt nem követő elhalványodásokat mutat – a csillag a mai asztrofizika egyik legnagyobb talánya.

A Tejútrendszer szerkezetével kapcsolatos legfontosabb eredményünk a gömbhalmazokban található többszörös csillagpopulációk kialakulásának tanulmányozásához köthető. Olasz és spanyol kollégáink vezetésével részt vettünk az általunk korábban közölt többszörös APOGEE csillagpopulációk kémiai összetételének modellezésében. Ennek keretében csoportunk most talált először bizonyítékot arra, hogy a fiatalabb csillaggeneráció tagjainak légkörében a korábbi, idősebb AGB csillagok csillagszele hatására dúsulnak fel bizonyos elemek. A Tejútrendszer különböző részeiben, a halóban és a korongban is felfedeztünk olyan csillagokat, amelyek gömbhalmazokból szöktek el. Ezek általában alacsony fémtartalmú, de magas Al-koncentrációval jellemezhető csillagok, ami lehetővé teszi felfedezésüket.

A Hubble-űrtávcső és más földi távcsövek fotometriai adatait hét északi gömbhalmazban vetettük össze a kémiai összetétellel. Ez alapján a fotometriai tulajdonságokat is meghatározva a halmazok múltbeli fejlődésére következtettünk. A halmazok Al-koncentrációjának eloszlása nagy változást mutat halmazról halmazra, ami arra utal, hogy néhányban folytonosan, míg másokban szakaszokban keletkeztek a többszörös csillagpopulációk. Eredményeink szerint a kétfajta keletkezés nem mutatható ki fotometriai úton, mivel az egyes populációkban lévő csillagok száma és az Al-koncentráció eloszlása között nincs korreláció.

Az APOGEE adatainak felhasználásával a Tejútrendszer egyik legmagasabb fémességű nyílthalmazában (NGC 6791) meghatároztuk 11 vörös óriás szénizotóp-arányát a spektrumszintetizálás módszerével. Ennek célja, hogy a szénizotóp-arány mérésével a csillag belsejéből a felszínre kerülő anyag felkeveredésének folyamatát tanulmányozzuk a vörösóriás-ágon. Méréseink lehetővé teszik a nagy fémtartalmú csillagokban történő felkeveredés pontosabb modellezését, amire korábban mérések hiányában nem volt lehetőség.

A spanyolországi IAC vezetésével részt vettünk a Tejútrendszer síkjában lévő csillagok O-gyakoriságának extrém, 0,03-0,04 dex pontosságú meghatározásában. Módszert adtunk a csillagok korának és tömegének C- és N-gyakorisága alapján történő meghatározására. Részt vettünk egy új, chemical tagging-nek nevezett módszer tesztelésében. Az általunk fejlesztett Autosynth program segítségével azonosítottuk az RGB és AGB csillagok infravörös spektrumában azokat a hullámhossztartományokat, amelyek érzékenyek a szénizotóp-arány változására. Ez az izotóparány nyomjelzője lehet a csillag fejlődési állapotának és fizikai paramétereinek.

A hagyományos természettudományos diszciplínáink (asztrofizika, környezettudomány) művelésébe egyre nagyobb súllyal vonjuk be a legkorszerűbb alkalmazott matematikai és informatikai eszközöket (Big Data alkalmazások). A BigSkyEarth COST Action keretében részt vettünk az első egy hetes Big Data tehetséggondozási képzés megszervezésében, amelyen ELTE-hallgatók is jelen voltak. Részt vettünk a *BigSkyEarth 2016* tavaszi és őszi workshopján (Brno, Sorrento), valamint a nyári konferenciáján (Belgrád).

Pályázataink és együttműködéseink

2016-ban indult a GINOP 2.3.2.-15 *Kozmikus hatások és kockázatok* című, MTA CSFK-val konzorciálisan megvalósított kutatási programunk. A Gothard Obszervatóriumban jelentős műszeres fejlesztéseket követően a Holdba csapódó meteorok vizsgálatát fogjuk végezni.

Szabó M. Gyula a *CHEOPS* (Characterising Exoplanet Satellite) exobolygókutató űrobszervatórium Core Science Team tagja. Aktívan részt vettünk a *CHEOPS* űrtávcső tudományos programját előkészítő workshopokon és konferenciákon (Marseille, Barcelona, Genf, Graz – Szabó M. Gyula), a BigSkyEarth COST Action workshopjain (Brno), konferenciáin (Belgrád, Sorrento – Szabó M. Gyula). Az űrtávcső várhatóan 2018 végén lép működésbe, Magyarország egyik legaktívabb résztvevője.

A *CHEOPS* keretében sikeres magyar-francia tudományos együttműködést hoztunk létre. Megszerveztük Sébastien Charnoz (Geofizikai Intézet, Párizs) magyarországi látogatását, szemináriumát és magyar kutatókkal való találkozását. Kétszer egyhetes kutatóúton vettünk részt a párizsi Institut de Physique du Globe (IPGP) intézetben (Dobos Vera, Szabó M. Gyula).

Derekas Aliz a Kepler és a TESS Asteroseismic Working Group egyik munkacsoportjának vezetője. Munkájához kapcsolódva Eötvös-ösztöndíjjal három hónapos kutatóúton vett részt a Zágrábi Egyetemen.

Mészáros Szabolcs mint Core Science Team tag továbbra is aktív résztvevője az APOGEE égbolttelmérő programnak, amelynek segítségével a Tejútrendszer legöregebb csillagainak fejlődését tanulmányozzuk. Munkája során az APOGEE kiértékelő szoftverének fejlesztésében és az eredmények kalibrációjában is részt vesz. Szigeti László fiatal kutatóként sikeresen kapcsolódott be a projektbe. A munkát MTA Prémium posztdoktori ösztöndíj és NKFIH pályázat támogatja.

Mészáros Szabolcs és Kovács József a Space Telescope Science Institute (Baltimore, USA) kutatóival együttműködve a Hubble-űrtávcső utódjának szánt James Webb-űrtávcső színeképelemző műszerének kalibrálásához szükséges elméleti referencia-csillagszíneképek kiszámolását végezték el.

Közművelődési és tehetség gondozási tevékenység

Az év során 1365 látogató tekintette meg tudománytörténeti kiállításunkat és esti bemutatóinkat.

Gothard Jenő tevékenységét országos vándorkiállítás keretében mutattuk be. A csillagászati felvételekből, utazások képeiből, röntgen- és szikrakísérletekből álló képanyagot digitális rekonstrukciót követően világító táblákon mutattuk be a sárvári Nádasdy Múzeumban, Tiszaföldváron, Túrkevéen és Budapesten a Polaris Csillagvizsgálóban, valamint az Elektrotechnikai Múzeumban. Ezeket a kiállításokat 11 751 látogató tekintette meg.

Budapesten, Szarvason és Esztergomban folytattuk nagy sikerű, *Az Interstellar és a tudomány* című előadásunkat, amely a film eszközeinek elemzésével irányítja az érdeklődőket a csillagászat felé. 21 előadásunkon 2700 fő vett részt. Szombathelyen előadást tartottunk a jövő óriástávcsöveiről, a földi kozmikus becsapódásokról, a magyar csillagászati ismeretterjesztés ezeréves történetéről, és koncerttel illusztrált előadást a zenei hangolások matematikájáról.

2016 advent első vasárnapjának előestéjén, hagyományteremtő céllal indítottuk útjára az *Advent a csillagvizsgálóban* eseménysorozatot. Az első adventi gyertyát Szombathely Megyei Jogú Város polgármestere, Dr. Puskás Tivadar gyújtotta meg. Közreműködött a Gothard Jenő Általános Iskola énekkara. Az esemény kísérő rendezvényeként nyitottuk meg az *Égből hullott kövek* című meteoritkiállítást.

Kovács József vezetésével részt veszünk a csillagászati diákolimpiai felkészítésben. 2016. október 21–23. között a szlovéniai Avberben tartot-

tunk csillagászati miniolimpiát. December 9–21. között az indiai Bhubanesvarban szerepelt a magyar csapat a nemzetközi csillagászati diákolimpián, több egyéni helyezettel.

Személyi ügyek és fejlesztések

Egyre növekvő pénzügyi és pályázati feladataink ellátására 2016. szeptembertől munkatársunk Rácz Diána Katalin.

2016 tavaszán megvalósult az obszervatórium épületének teljes felújítása, megújultak a kiállítóterek, és új héjazatot kapott az obszervatórium főépülete. Konzerváló felújításban részesült a *Sic Itur ad Astra* szoborpark, amely a világűr meghódítására emlékeztet, és eredetileg a Szputnyik-1 adásának ötvenéves évfordulójára készült. A megújított szoborparkot a Múzeumok Éjszakáján adtuk át ismét a látogatóknak. Kiépítettük az obszervatórium Gyöngyös parti kapujáig tartó ösvényt, közvetlen átjárást biztosítva az obszervatórium és az Arborétum között. A kerti közlekedést segítő lámpákat fényszennyezés szempontjából is optimalizált, lépésálló világításra cseréltük. Korszerű, biztonságos kerítést építettünk a Gyöngyös patak oldalán.

SZATMÁRY KÁROLY – HEGEDÜS TIBOR

Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2016-ban

A Szegedi Tudományegyetem Fizikai Intézete csillagász és gravitációelméleti csoportjának munkatársai: dr. Szatmáry Károly egyetemi tanár, dr. Gergely Árpád László egyetemi tanár, dr. Vinkó József tudományos főmunkatárs, dr. Székely Péter adjunktus, dr. Keresztes Zoltán adjunktus, dr. Szalai Tamás tudományos munkatárs, dr. Nagy Andrea tudományos segédmunkatárs. Továbbá Kun Emma, Tápai Márton predoktorok, Barna Barnabás, Bódi Attila, Mitnyan Tibor, ifj. Jäger Zoltán PhD-ösztöndíjasok. Vinkó József ez évtől az MTA CSFK KTM Csillagászati Intézetében dolgozik, de részmunkaidőben maradt az egyetemen. Nagy Andrea PhD fokozatot szerzett *Kollapszár szupernóva-robbanások fényességváltozásának modellezése* című értekezésével.

Az egyetem Bajai Observatóriumának személyzete: dr. Hegedüs Tibor tudományos főmunkatárs, mb. igazgató, dr. Bíró Imre Barna tudományos főmunkatárs, dr. Borkovits Tamás tudományos főmunkatárs, dr. Marschalkó Gábor tudományos munkatárs (OTKA alkalmazásban), Jäger Zoltán tudományos munkatárs, Ruzsics Krisztina könyvtáros, Markó Mihály karbantartó.

Tudományos eredmények

Változócsillagok

Tovább vizsgáltuk a DF Cygni RV Tauri típusú pulzáló változócsillag *Kepler*-űrtávcsővel készült ultrapontos fénygörbéjét. A fényességváltozás minimumainak alternáló jellege, valamint a frekvenciaspektrum jellemzői

A szerzők köszönetet mondanak az alábbi kollégáknak a beszámoló szövegéhez való hozzájárulásukért: Bíró Imre Barna, Borkovits Tamás, Bódi Attila, Gergely Árpád László, Szalai Tamás, Vinkó József.

alapján kimutattuk a perióduskettőződés jelenlétét. A méréseket összevetve a legújabb cefeidamodell-számításokkal magyarázatot találtunk a periódus rövidülése esetében bekövetkező amplitúdónövekedésre. A jelenséget a nemlineáris effektusok felerősödése okozza (Bódi, Szatmáry, Kiss, 2016, A&A, 596, A24).

Mintegy száz vörös óriáscsillag 4 év hosszú *Kepler*-fénygörbéjét vizsgáltuk. A mirák közül a TU Cygni esetében perióduskettőzést találtunk, ami a pulzáció kaotikus, nemlineáris jellegére utal. Több csillagnál kimutattuk a hosszú másodlagos periódust, aminek a magyarázata még hiányzik. A kis amplitúdójú csillagoknál többszörös periodicitást (jellemzően 30-50 nap hosszú ciklusokat) határoztunk meg, a módusokat elméleti modellek alapján azonosítottuk.

A piszkéstetői 1 méteres RCC-teleszkóp spektrográfiájával kiegészítő adatokat gyűjtöttünk olyan hosszú periódusú *Kepler*-csillagokról, amelyek típusának megállapítása kizárólag a fénygörbe ismerete alapján nem lehetséges egyértelműen.

Nagy égboltfelmérő programok keretein belül újabb M óriás csillagokról készültek spektroszkópiai mérések, amelyek felhasználásával növeltük azoknak a vörös óriás csillagoknak a mintáját, amelyeknek fizikai paramétereit ismertek.

A VW Cephei szoros fedési kettős rendszerről készült újabb fotometriai és spektroszkópiai mérések alapján újra meghatároztuk a rendszer fizikai paramétereit (Mitnyan et al. előkészületben). Kimutattuk, hogy a főkomponens az aktívabb, valamint hogy a foltosság és a kromoszferikus aktivitás összefügg egymással.

Szupernóvák

2016-ban is folytattuk a fényes, közeli szupernóvák kutatására irányuló programunkat, szoros együttműködésben a Texasi Egyetem Csillagászat Tanszékével, az MTA CSFK Csillagászati Intézetével és a Bajai Observatóriummal. Ezen időszak alatt mintegy 20 szupernóva fényváltozását követtük, többről színeképeket is felvettünk a texasi McDonald Observatórium 10 m-es Hobby-Eberly-távcsövével. Az év során két közeli, fényes szupernóváról – a II-P típusú SN 2013ej-ről (Dhungana et al. 2016, ApJ, 822, 6) és a IIb típusú SN 2013df-ről (Szalai et al. 2016, MNRAS, 460, 1500) – közzeltünk fotometriai és spektroszkópiai adatok komplex analízisére épülő publikációt.

Szintén texasi kollégákkal együttműködésben folytatódott a 2014 óta zajló programunk, melynek során földfelszíni, keskeny sávú H α -szűrős észlelések, valamint röntgen- és infravörös-úrtávcsövek adatainak elem-

zése segítségével keressük a szupernóva-robbanások táguló maradványainak a környezetükben lévő, a robbanást megelőző évszázadokban, évezredekben ledobódott anyaggal való kölcsönhatásának jeleit. A témával kapcsolatban Szalai Tamás az Amerikai Csillagászati Társaság (AAS) 2016. januári találkozóján (Kissimmee, Florida), Vinkó József a *Harvard-Smithsonian Conference on Theoretical Astrophysics* (Boston) konferencián mutatott be posztert.

Vinkó J. vezető szerepet vállalt az Ia típusú SN 2012cg nagy nemzetközi visszhangot kiváltó vizsgálatában, amelynél a robbanást követő napokban az UV és a kék hullámhossztartományban megfigyelt többletsugárzás normál társkomponens jelenlétére utal (Marion et al. 2016, ApJ, 820, 92). Kutatási irányaink között kiemelt helyen említendő, hogy Nagy Andrea vezetésével kifejlesztettünk egy, a magösszeomlással keletkező szupernóvák fénygörbéjének illesztésére szolgáló analitikus, kétkomponensű modellt. Az ezt bemutató cikk 2016 tavaszán jelent meg (Nagy & Vinkó 2016, A&A, 589, A53), ezenkívül Nagy A. poszterrel szerepelt a már említett májusi, bostoni konferencián. Vinkó J. és Nagy A. emellett közreműködött az ASASSN-15lh jelű szuperfényes szupernóva fénygörbéinek modellezésében is (Chatzopoulos et al. 2016, ApJ, 828, 94).

Szintén modellezési vizsgálatokat folytattunk különböző szupernóvák színképei kapcsán, elsősorban fehér törpecsillagok termonukleáris robbanásaira fókuszálva. Az Ia típusú SN 2010kg nagy sebességre utaló színképvonal-komponenseinek elemzéséről készült cikk, Barna Barnabás vezetésével, az év első felében jelent meg (Barna et al. 2016, MNRAS, 457, 3225). Ezt követően az úgynevezett Iax altípusba tartozó (különleges, viszonylag kis energiájú) szupernóvák színképsorozatainak modellezésébe kezdtünk, a szupernóvaburokban lévő kémiai elemek eloszlásának megismerése céljából (úgynevezett abundanciatomográfia). Barna B. a kutatás részeként négyhetes tanulmányúton vett részt a németországi Garchingban található ESO-központban, posztere pedig megjelent a szupernóvák kutatói közösség 2016-os legnagyobb konferenciáján (*Supernovae Through the Ages*, Húsvét-sziget, Chile). Ugyanezen a konferencián Szalai T. előadást tartott az Iax típusú szupernóvák színkép-modellezésével kapcsolatos korábbi eredményeiről.

Kutatóink a közeljövő – tranziens jelenségek terén is forradalmi eredményekkel kecsegtető – égboltfelméréseinek előkészületeiben is részt vesznek. A hamarosan teljes kapacitással üzemelő HETDEX (Hobby-Eberly Telescope Dark Energy Experiment) spektroszkópiai felmérésben szereplő égiterrületekről 2016-ban is készültek kiegészítő felvételek a piszkés-tetői Schmidt-távcsővel. A 2020-as évek közepén induló LSST (Large

Synoptic Survey Telescope) felméréshez kapcsolódóan Szalai T. 2016 novemberében részt vett a *Preparing for SN science in the LSST era workshop*, Pittsburghben.

2016-ban Vinkó József vezetésével a GINOP 2.3.2-15-2016-00033 jelű K+F pályázaton 700 Mft támogatást nyertünk *Tranziens asztrofizikai objektumok* címmel, amelynek célja két, 80 cm tükörátmérőjű robottávcső telepítése és használata extragalaktikus tranziensek vizsgálatára. A projekt vezetője az MTA CSFK, egyetemünk konzorciumi partnerként vesz részt benne.

Gravitációs kutatások

A gravitációelméleti csoportból Gergely Árpád László tanítványaival általános relativitáselméleti és kozmológiai kutatásai mellett két évtizede foglalkozik egymásba spirálozó feketelyuk-kettősök és az azt kísérő gravitációs hullámok elméleti vizsgálatával. Ennek folyamányaként részt vesznek a LIGO Tudományos Kollaborációban is, amelynek az Advanced LIGO detektor segítségével 2015-ben először sikerült gravitációs hullámokat közvetlenül kimutatnia, igen távoli feketelyuk-kettősök egyesülése nyomán. Gergely Á. L. és Tápai M. társszerzője az első két felfedezést bejelentő, 2016-ban a *Physical Review Letters* folyóiratban publikált cikkeknek, valamint társszerzői 24 további, a detektálásokhoz kapcsolódó, zömében asztrofizikai jellegű cikknek is. Tápai M., Keresztes Z. és Gergely Á. L. vizsgálta a precesszálo feketelyuk-kettősök dinamikájában fellépő szekuláris hatásokat, és olyan új effektusokat elemzett, amelyek a spinek több precessziós periódust felölelő időskálán mutatkozó bolyongásával állnak kapcsolatban. A szupernagy tömegű fekete lyukak kettős rendszerei szintén gravitációshullám-források, környezetükre gyakorolt hatásuk nyomán akkréciós korongok és nagyenergiás kilövellések forrásai. Az utóbbiakban keletkező nagy energiájú neutrínók az IceCube antarktisi neutrínóobszervatóriumban észlelhetők. Nemzetközi együttműködésben Kun Emma és Gergely Á. L. az ID5-ös azonosítójú neutrínóeseményt szupernagy tömegű feketelyuk-kettős végső összeolvadásának kísérőjelenségeként magyarázta, forrását azonosította. A munka eredményeit összefoglaló cikk az *MNRAS Letters*-ben jelent meg.

Gergely Á. L., Keresztes Z. és Nagy Cecília részt vettek a CANTATA (Hálózat a kozmológiai és asztrofizikai elméleti haladásért és képzésért) EU kollaboráció Lisszabonban szervezett első munkatalálkozóján. Gergely Á. L. és Keresztes Z. részt vettek és előadást tartottak a Nemzeti Közzolgálati Egyetem által szervezett 100 éves az általános relativitáselmélet budapesti rendezvényen. Gergely Á. L. és Nagy C. a 20. Párizsi Kozmológia

Kollokviumon valamint a kiotói Yukawa Intézetben munkalátogatáson vettek részt, ahol Gergely Á. L. előadott. Gergely Á. L. és Tápai M. nagyszámú hazai előadást tartottak a gravitációs hullámok felfedezéséről, Kövér Krisztina és Racskó Bence pedig poszttereket mutattak be. Racskó Bence ÚNKP, Pintér Viktória pedig Tehetség pályázatot nyert el.

Bajai kutatások

Az obszervatóriumban egy OTKA pályázaton dolgozik a témavezető irányítása alatt 6 kutató és a projekt terhére alkalmazott 1 főállású (Marschalkó G.) munkatárs (Borkovits T., NKFIH-OTKA K113117, *Többszörös csillag- és bolygórendszerek úrfotometrián alapuló komplex vizsgálata*, futamidő: 2015–2018). A projekt keretében tovább folytattuk az új generációs fedésifénygörbe-illesztő programcsomagunk fejlesztését. A programcsomag legfrissebb verziója immár lehetővé teszi 2+1, illetve 2+2-es hierarchiájú fedési hármas, illetve négyes csillagrendszerek fénygörbéinek modellezését is. Emellett 2+1-es hierarchiájú hármas rendszerek esetében a mozgásegyenletek szimultán numerikus integrálására is lehetőség van, tehát ebben az esetben a programcsomag már komplett „fotodinamikai” fénygörbe- és pályafejlődés-modellezésre is képes. Beépítettük a szakirodalomban jelenleg elérhető legpontosabb empirikus fősorozati tömegsugar, illetve tömeg–fényesség relációkat is, lehetővé téve, hogy a *Kepler*, illetve CoRoT műholdak által nagy fotometriai pontossággal, de csak egyetlen hullámhossztartományban felvett fénygörbéket kiegészítő spektroszkópiai, illetve többszín-fotometriai mérések nélkül is nemcsak geometriailag, illetve dinamikailag, de asztrofizikailag is képesek legyünk modellezni és értelmezni. A programcsomag használatával amerikai–magyar együttműködésben több, a *Kepler*-űrtávcső által frissen felfedezett fedési négyes (sőt egy esetben ötös) csillagrendszer fénygörbéjét sikeresen modelleztük (például: KIC 07177553; EPIC 212651213; EPIC 220204960, Borkovits T.).

Másik nagy kutatási területünk a pulzáló komponenst tartalmazó fedési kettőscsillagok fénygörbéjének modellezése és inverz problémájának megoldása. A fedési kettősökben előforduló pulzáló komponensek felszíni pulzációs mintázatának rekonstrukciójára kidolgozott Dynamic Eclipse Mapping módszer első valós alkalmazását sikerült megvalósítani a KIC 3858884 jelű excentrikus tág fedési kettősre, a *Kepler*-űrtávcső nagy pontosságú méréseit felhasználva. A rendszer legalább 140 pulzációs frekvenciát mutat, amelyek túlnyomó része a kevésbé fényes másodkomponensről érkezik. Ezek közül kiemelkedik 8 frekvencia, amelyek analízisével sikerült azonosítani a hozzájuk tartozó (l , m) felszíni módusszámokat.

Tudomásunk szerint ez az első, asztroszeizmológiától független módusazonosítás. Eredményeinkről a KASC10/TASC3 tudományos konferencián számoltunk be, illetve szakfolyóiratcikkben is megjelentetjük azokat. Ezekon kívül diplomamunka, TDK- és PhD-dolgozatok is születtek témavezetésünkkel (Bíró I. B.).

Néhány éve indult, multidiszciplináris kutatási terület a Földünk „közei világűr” tartományában (30–100 km) megfigyelhető jelenségek vizsgálata. Ezek három téma köré csoportosulnak:

1. Vörös lidércek szimultán észlelése, és térbeli rekonstrukciója. E témában szorosan együttműködünk az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetével (témavezető: Bór József), folyamatosan működtetünk egy távirányítható red sprite kamerát (Jäger Z.). Az év során félezer jelenséget detektáltunk szimultán, az anyag folyamatos feldolgozása a Baján korábban készült és folyamatosan fejlesztett program használatával történik (Hegedüs, Jäger, Zelkó).

2. A meteorjelenségek modellezése és konkrét eseményekre történő alkalmazása. 2016 folyamán két független program is készült a meteorok úgynevezett sötét repülési pályaszakaszának modellezésére (Hegedüs, Jäger), amit más, független programokkal sikerrel teszteltünk.

3. In-situ ballonos mérések. 2016 folyamán ballonindítások történtek, valamennyi sikeresnek mondható, de a folyamatos technológiai fejlesztések (FEDAT és LORA modulok megépítése, Jäger) tesztelésén kívül egyelőre csak a magaslégköri ballontechnika és telemetria tökéletesítése, fényképezés és alapvető meteorológiai adatok mérése történik. A téma közvetten és közvetlenül is kapcsolódik a 2. témához, hiszen a ballonok mozgása és fedélzeti mérései a meteorok pályaszámításánál figyelembe vett légkörmodelleket segít megérteni és pontosítani. A 2. és 3. témára 2016 februárjában több intézményben dolgozó kutató együttműködésében NKFIH-pályázatot adtunk be (K120490, *Meteorok és űrszemét: a magas- és felsőlégkörbe jutó pormennyiség komplex vizsgálata*, témavezető: Hegedüs), amely egyelőre nem kapott támogatást.

Oktatás, ismeretterjesztés

A 3 éves fizika alapszakon (BSc) belül a csillagász szakirányon tanítunk csillagászatot. A 2 éves csillagász mesterszak (MSc) mellett a fizikus mesterszakon belül a csillagászat és az asztrofizika modulban is számos tantárgyat oktattunk. A fizikatanároknak *Fizika a tártudományokban* és *Válogatott fejezetek a modern fizikából* 1. kurzusokon is tanítunk csillagászatot. A

bajai kutatók az SZTE csillagászképzésében égi mechanika, kettőscsillagok és műszertechnika tárgyak oktatásával, nyári gyakorlatok és szakdolgozatok témavezetésével vesznek részt, valamint az ELTE Csillagászati Tanszékén is tartanak MSc/PhD-hallgatóknak szabadon választható kurzust a hierarchikus többes csillagrendszerek témakörében, illetve két ELTE-s PhD-hallgató témavezetését is ellátják.

2016-ban az SZTE-n 4 BSc szakdolgozat, 5 MSc diplomamunka és 6 TDK-dolgozat született csillagászati témakörben. Erdei Elvira és ifj. Jäger Zoltán csillagász MSc oklevelet szerzett. Ifj. Jäger Zoltán felvételt nyert a Fizika Doktori Iskolába. 2016 őszén a kari TDK-konferencián Kövér Krisztina és Zsíros Szanna I. díjat, Bókon András és Nagy Cecília II. díjat, Czavalinga Donát és Tarjányi Tamás III. díjat kapott.

A bajai és a szegedi csillagászok (az MCSE-vel és az ELTE GAO-val közösen) immár nyolcadszor együtt rendeztek középiskolások számára országos csillagászati diákvetélkedőt, amely 2011 óta egyben a Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia (IOAA) magyar csapatának válogatója is. Baján ősszel kéthetenkénti regionális olimpiai felkészítő szakkör indult, amelyre helybelieken kívül más településről is járnak diákok.

A Szegedi Csillagvizsgáló honlapján (<http://astro.u-szeged.hu>), a Bajai Obszervatórium honlapján (<http://www.bajaobs.hu>), illetve a közösségi médiában (<https://www.facebook.com/csillagvizsgaloszeged>, <https://www.facebook.com/CsillagvizsgaloBaja>) bemutatóhelyeink programjai és hírei elérhetők.

A péntek esti nyitva tartásaink során Szegeden 2016-ban körülbelül 4000, Baján (az augusztusi nyílt bemutatóestet is számolva) 400 látogatónk volt. Az országos, illetve nemzetközi koordinálású nagyrendezvényeken (Csillagászat Napja, Múzeumok Éjszakája és a Kutatók Éjszakája) különösen sokan nézhettek az égre távcsöveinkkel Baján és Szegeden is.

Szerzőink, közreműködőink

BAGÓ BALÁZS, amatőr csillagász

BÉCSY BENCE, egyetemi hallgató, ELTE TTK

BENKŐ JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

BUTUZA TAMÁS, amatőr csillagász, informatikus

DÁLYA GERGELY, egyetemi hallgató, ELTE TTK

GÖRGEI ZOLTÁN, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

HEGEDŰS TIBOR, PhD, igazgató, SZTE Bajai Observatóriuma

KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőr csillagász

KISS ÁRON KEVE, PhD, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

KISS LÁSZLÓ, az MTA levelező tagja, kutatóprofesszor, igazgató, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

MÉSZÁROS SZABOLCS, PhD, tudományos munkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

MIZSER ATTILA, amatőr csillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtítkára

MOLNÁR PÉTER, amatőr csillagász, MCSE-titkár

NAGY ANDREA, PhD, tudományos segédmunkatárs, SZTE Optikai és Kvantumelektromos Tanszék

PARAGI ZSOLT, PhD, head of user support, Joint Institute for VLBI ERIC, Dwingeloo, Hollandia

PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE TTK Csillagászati Tanszék

SÁNTA GÁBOR, PhD, amatőr csillagász, régész, a Meteor rovatvezetője

SÁRNECZKY KRISZTIÁN, projektkoordinátor, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABADI PÉTER, amatőr csillagász

SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, kutató professor emeritus, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABÓ M. GYULA, az MTA doktora, igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

SZABÓ RÓBERT, az MTA doktora, igazgatóhelyettes, MTA CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABÓ SÁNDOR, amatőr csillagász, a Meteor rovatvezetője

SZATMÁRY KÁROLY, az MTA doktora, egyetemi tanár, SZTE Kísérleti Fizika Tanszék

SZÖLLŐSI ATTILA, amatőr csillagász, az MCSE Kiskun Csoport helyettes vezetője

A Magyar Csillagászati Egyesület

várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, honlapokkal, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhessenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel. Tagjaink bekapcsolódhatnak helyi és szakcsoportjaink tevékenységébe.

Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban (1037 Budapest, Laborc u. 2/c) rendszeres távcsöves bemutatókat, szakköri foglalkozásokat, előadás-sorozatokat tart. Kérésre kihelyezett távcsöves bemutatókat, előadásokat is vállalunk.

Kiadványainkból

A **Meteor** havonta tájékoztat a csillagászat eredményeiről, a magyar amatőr csillagászok megfigyeléseiről, az egyesületi programokról. Tanácsokat ad megfigyelések végzéséhez, asztrofotózáshoz, távcsőépítéshez stb. **Csillagászati évkönyvünkben** a hazánkból megfigyelhető égi jelenségek előrejelzései mellett ismeretterjesztő cikkek, intézményi beszámolók olvashatók. Nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőr csillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára. A Meteort és a Csillagászati évkönyvet tagjaink illetményként kapják.

Táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására – minden korosztály számára.

Elérhetőségeink: Magyar Csillagászati Egyesület, 1300 Budapest, Pf. 148., telefon/fax: (1) 240-7708, <http://www.mcse.hu>, e-mail: mcse@mcse.hu

Belépési nyilatkozat

MCSE-tagtoborzó 2018

Név:

Cím:

Szül. dátum: E-mail:

A rendes tagdíj összege 2018-ra 7500 Ft, illetmény: Meteor csillagászati évkönyv 2018 és a Meteor című havi folyóirat 2018-as évfolyama.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (bankszámlaszámunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával.

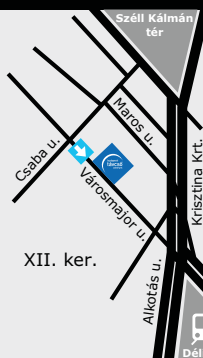


Budapesti Távcso Centrum

Tárulj, tárulj világ!



csillagászati távcsovek - mechanikák - kiegészítők - a legjobb távcso márkák képviselete - a legnagyobb hazai raktárkészlet



Fotók: © Eder Iván

www.tavcso.hu

Email info@tavcso.hu

Telefon (1) 202 5651
(20) 484 9300

Budapest XII. Városmajor u. 21.

Egy percre a Déli pályaudvartól

Nyitvatartás

Hétfő - Péntek: 10-18h

Szombat: 9-13h



Sky-Watcher
Be amazed

acuter

CELESTRON

DELTA
optical

LACERTA

TeleVue
Visionary

ZEISS

border planetarium

DIPOL

BYTREK

CORONADO

MikroQ

AstroMedia

GSO Guan Sheng Optical

Astronomik

YUKON
ADVANCED OPTICS

Ár: 3000 Ft

